٩

حكومة إقليم كوردستان ـ العراق
وزارة التربية ـ المديرية العامة للمناهج والمطبوعات

العلوم للجميع

كتاب التلميذ

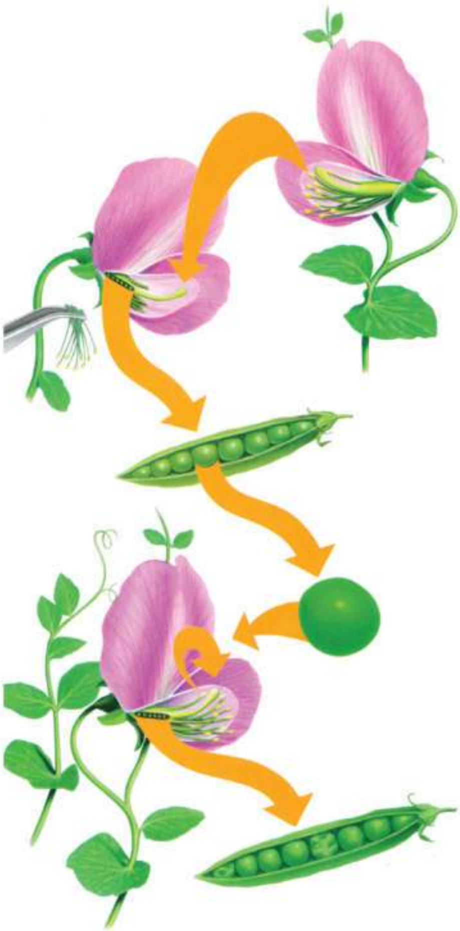
الصف التاسع الأساس



الطبعة السادسة
٢٠١٥ م / ٢٧١٥ كوردي / ١٤٣٦ هـ

الأشراف الفني على الطبع
عثمان پيرداود كواز
آمانج اسماعيل عبدي

مُحتوى الكتاب





مُحتوى الكتاب



العلومُ الفيزيائِيَّة

علومُ الأرضِ

الوحدة ج إعادةُ تشكيلِ سطحِ الأرضِ

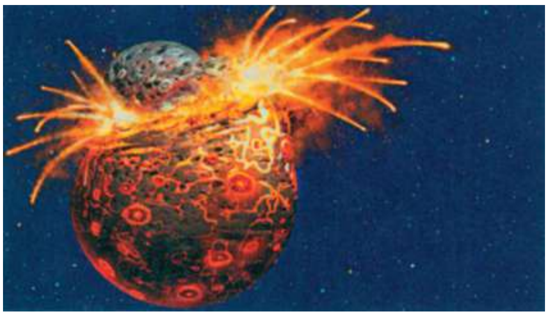




علمُ الفلكِ

علومُ الأرضِ

الوحدة د علمُ الفلكِ



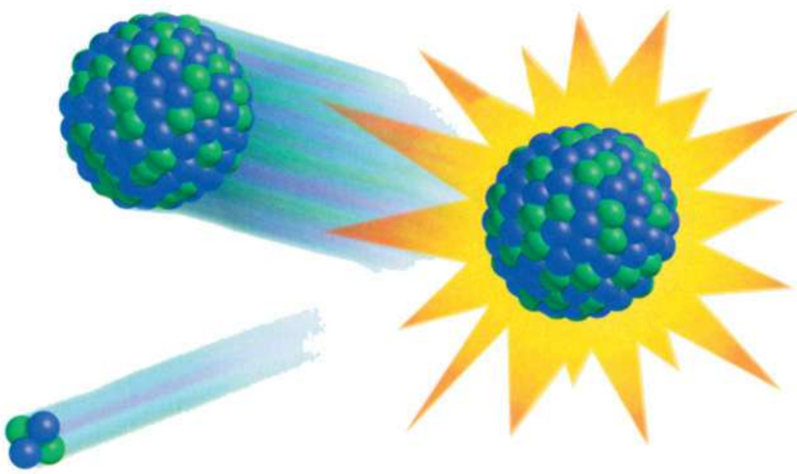
العلومُ الفيزيائيَّةُ

الوحدة هـ الشّغلُ والآلاتُ والطاقةُ

الوحدة و

تفاعلاتُ المادَّةِ

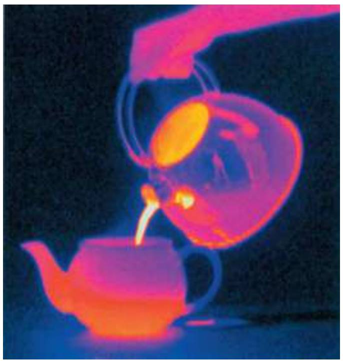




الوحدة ز

الضـوء

الفصلُ ١٥



كيفَ تستخدمُ كتابَك!

دليلُك إلى النجاحِ معَ سلسلةِ "العلومُ للجميعِ"

مؤشِّراتُ الأداءِ

ستجدُ في بدايةِ كلِّ قسمٍ مؤشراتِ أدائِهِ ومفرداتِه العلميَّةَ. وهي توضِّحُ ما ستتعلَّمُه بعدَ انتهائِك من قراءةِ القسمِ.

توجدُ لائحةٌ بالمفرداتِ والمفاهيمِ العلميَّةِ لكلِّ قسمٍ. إن معرفتَكَ بهذه المفرداتِ مفيدةٌ لك وستسألُ عنها في الاختبارِ. تردُ كلُّ مفردةٍ في النصِّ مع خلفيَّةٍ صفراءَ، وتُعرَّفُ على هامشِ الصفحةِ. بإمكانِك استخدامُ تعريفاتِ المفرداتِ في آخرِ الكتابِ للوصولِ إليها بسرعةٍ.

فكرةٌ مفيدةٌ للدراسةِ: أعدْ قراءةَ مؤشِّراتِ الأداءِ والمقصودَ بالمفرداتِ، حين تدرسُ استعدادًا للاختبارِ، لكي تتأكَّدَ من فهمِكَ للمادَّةِ.



القسمُ ١

التكاثرُ عندَ الحيوانِ

عمرُ بعضِ الكائناتِ الحيَّةِ قصيرٌ مقارنةً بعمرِ الإنسانِ. تعيشُ ذبابةُ الفاكهةِ، مثلًا، حوالَي ٤٠ يومًا فقط. وتعيشُ كائناتٌ أخرى أكثرَ بكثيرٍ مما تعيشُ. بعضُ أنواعِ أشجارِ الصنوبرِ، مثلًا، تعيشُ عمرًا قد يصلُ إلى ٥٠٠٠ سنةٍ تقريبًا.

إلَّا أنَّ الكائناتِ الحيَّةَ كلَّها ستموتُ في النهايةِ. ولكيْ يستمرَّ نوعٌ من الكائناتِ الحيَّةِ يلزمُهُ أن تتكاثرَ أفرادُه.

التكاثرُ اللاجنسيُّ

بعضُ الحيواناتِ، وبخاصةٍ البسيطةِ منها، تتكاثرُ لاجنسيًّا. في التكاثرِ اللاجنسيِّ Asexual reproduction، تكونُ أبناءُ الفردِ التي تنشأُ منه مماثلةً له وراثيًّا.

التبرعمُ هو أحدُ أنواعِ التكاثرِ اللاجنسيِّ. يحدثُ التبرعمُ عندما يبدأُ جزءٌ من الكائنِ الأصليِّ بالنموِّ إلى الخارجِ ليكوِّنَ كائنًا جديدًا. ينفصلُ الكائنُ الجديدُ عن الكائنِ الأصليِّ ويعيشُ مستقلًّا. الهيدرا، الظاهرةُ في الشكلِ ١، تتكاثرُ بوساطةِ التبرعمِ. الهيدرا الجديدةُ مماثلةٌ للفردِ الأصليِّ وراثيًّا.

التجزُّؤُ نوعٌ ثانٍ من التكاثرِ اللاجنسيِّ. في التجزُّؤِ تنفصلُ أجزاءٌ من كائنٍ حيٍّ أصليٍّ وتنمو لتكوِّنَ أفرادًا جديدةً مماثلةً للفردِ الأصليِّ. بعضُ الكائناتِ، كالدودةِ المفلطحةِ المسمَّاةِ بلاناريا تتكاثرُ بوساطةِ التجزُّؤِ. نوعٌ ثالثٌ من التكاثرِ اللاجنسيِّ، يسمَّى التجدُّدَ، وهو يشبهُ التجزُّؤَ. عندما يفقدُ كائنٌ قادرٌ على التجدُّدِ، كنجمِ البحرِ الظاهرِ في الشكلِ ٢، جزءًا من جسمِه، فإنَّ ذلك الجزءَ المنفصلَ يمكنُه أن ينمو لتكوينِ كائنٍ جديدٍ كليًّا.

مؤشِّراتُ الأداءِ
- يميِّزُ بينَ التكاثرِ اللاجنسيِّ والتكاثرِ الجنسيِّ.
- يوضِّحُ الاختلافَ بينَ الإخصابِ الخارجيِّ والإخصابِ الداخليِّ.
- يحدِّدُ ثلاثةَ أنواعٍ مختلفةٍ من التكاثرِ عندَ الثدييَّاتِ.

المفرداتُ والمفاهيمُ
- التكاثرُ اللاجنسيُّ
- التكاثرُ الجنسيُّ
- البيضةُ
- الحيوانُ المنويُّ
- الإخصابُ الخارجيُّ
- الإخصابُ الداخليُّ

استراتيجيَّةُ القراءةِ

دليلُ التوقُّعِ: قبلَ قراءةِ هذا القسمِ، اكتبْ عناوينَ أجزائِه. ثم اكتبْ تحتَ كلِّ عنوانٍ ما تعتقدُ أنك ستتعلَّمُه.

التكاثرُ اللاجنسيُّ: التكاثرُ الذي لا يتضمَّنُ اتحادَ خلايا جنسيَّةٍ، بل ينتجُ فيه فردٌ واحدٌ أبناءً مماثلةً له وراثيًّا.

الشكلُ ١ سينفصلُ برعمُ الهيدرا عن الحيوانِ الأصليِّ. وهناك براعمُ من كائناتٍ أخرى، كأنواعٍ معيَّنةٍ من المرجانِ، تبقى مرتبطةً بالفردِ الذي نشأَتْ منه.

الشكلُ ٢ الذراعُ الكبرى لنجمِ البحرِ هذا كانَتْ قد قُطِعَتْ من نجمٍ آخرَ، ويتجدَّدُ منها نجمُ بحرٍ جديدٌ. وستنمو، مع الوقتِ، كلُّ أذرعِ نجمِ البحرِ إلى المستوى نفسِه.

٥٨ الفصلُ ٤

كُنْ منظَّمًا

توفِّرُ استراتيجيَّةُ القراءةِ في بدايةِ كلِّ قسمٍ أفكارًا مفيدةً، تساعدُك على تنظيمِ المعلوماتِ الواردةِ في القسمِ، وتذكُّرِها. احتفظْ بكرّاسِ ملاحظاتٍ للعلومِ كي تكونَ جاهزًا لتدوينِ الملاحظاتِ خلالَ مراجعةِ المعلِّمِ للمادَّةِ في الصفِّ. احتفظْ بواجباتِكَ في هذا الكرّاسِ، بحيثُ تستطيعُ مراجعتَها عندَما تستعدُّ لاختبارِ الفصلِ.

استخدامُ الرسومِ والصورِ

تعلَّمْ تحليلَ الرسومِ والصورِ لكي تستطيعَ فهمَ المادَّةِ التي تقرأُها في النصِّ بشكلٍ أفضلَ.

تعرضُ الجداولُ والرسومُ البيانيَّةُ معلوماتٍ مهمَّةً بطريقةٍ منظَّمةٍ، لمساعدتِكَ على ملاحظةِ العلاقاتِ. وقدْ تُغني صورةٌ عَنْ آلافِ الكلماتِ. انظرْ إلى الصورِ لرؤيةِ أمثلةٍ وثيقةِ الصلةِ بالمفاهيمِ العلميَّةِ التي تقرأُ عنها.



أجبْ عن أسئلةِ مراجعةِ القسمِ

تختبرُ أسئلةُ مراجعةِ القسمِ معرفتَكَ حولَ نِقاطِ القسمِ الرئيسةِ. وتُحفِّزُكَ بنودُ التفكيرِ الناقدِ على التفكيرِ في المادَّةِ بعمقٍ، ممّا يمكِّنُكَ مِنْ أن تجدَ الروابطَ التي تستدلُّ عليها من النصِّ.

فكرةٌ مفيدةٌ للدراسةِ: عندَما لا تستطيعُ الإجابةَ عن سؤالٍ ما، اقرأ القسمَ من جديدٍ. توجدُ الإجابةُ عادةً في النصِّ.

قمْ بواجبِكَ المنزليِّ

قدْ يوزِّعُ معلِّمُكَ بطاقاتِ واجباتٍ منزليَّةٍ لمساعدتِكَ على فهمِ مادَّةِ الفصلِ، وتذكُّرِها.

فكرةٌ مفيدةٌ للدراسةِ: لا تحاولِ الإجابةَ عن الأسئلةِ قبلَ قراءةِ النصِّ أو مراجعةِ ملاحظاتِكَ في الصفِّ. يُساعدُكَ القليلُ من الاستعدادِ المسبقِ على جعلِ واجبِكَ المنزليِّ أكثرَ سهولةً. تُعزِّزُ الإجابةُ عن بنودِ مراجعةِ الفصلِ، استعدادَكَ لاختبارِ الفصلِ.

الأمانُ أوّلًا

يُعدُّ الاكتشافُ والاختراعُ والاستقصاءُ الأساسَ في دراسةِ العُلوم. بالمُقابلِ قد تكونُ تلكَ النشاطاتُ خطرةً. ولكي تتأكّدَ من ممارسةِ تجاربِكَ المُختبريّةِ واكتشافاتِكَ بشكلٍ آمنٍ وصحيحٍ، ينبغي لك الاطّلاعُ على مُختلفِ توجيهاتِ السلامةِ. ربّما سمعْتَ القولَ المأثورَ: «درهمُ وقايةٍ خيرٌ من قنطارِ علاجٍ». هذا صحيحٌ في صفِّ العُلوم، حيث تتمُّ التجاربُ والاستكشافاتُ. ذلكَ أنَّ عدمَ الدرايةِ وعدمَ الحيطةِ قد يؤدّيانِ إلى ضررٍ وأذى. لا تُخاطرْ بأيِّ شكلٍ من الأشكالِ، بوقايتِكَ، أو بوقايةِ الآخرين. والصفحاتُ التاليةُ تتضمّنُ تعليماتٍ مهمّةً للوقايةِ في صفِّ العُلوم. قد يكونُ لدى مُعلِّمِكَ تعليماتٌ وقائيّةٌ أُخرى ونصائحُ تتلاءمُ معَ صفِّكَ ومعَ المُختبَرِ. لا تتسرَّعْ، تكُنْ في أمانٍ.

قواعدُ السلامةِ!

الانطلاقُ بشكلٍ صحيحٍ

اطلُبِ الإذنَ دائمًا من معلِّمِكَ قبلَ القيامِ بأيِّ عملٍ داخلَ المختبرِ. اقرأْ بتأنٍّ الخُطواتِ، وركِّزِ انتباهَكَ على معلوماتِ السلامةِ والتحذيراتِ. إذا لم تكُنْ مُتأكِّدًا ممّا يعنيه رمزُ سلامةٍ ما، فابحثْ عن معناه، أو اسألْ مُعلِّمَكَ. لا يمكنُ أن نكونَ لامبالينَ عندما يتعلّقُ الأمرُ بالسلامةِ. لدى وقوعِ أيِّ حادثٍ، أخبرْ مُعلِّمَكَ مُباشرةً، حتى ولو اعتبرْتَ الحادثَ بسيطًا.

لدى الحاجةِ إلى شمِّ رائحةِ مادّةٍ مُعيّنةٍ، قُمْ بذلكَ من خلالِ توجيهِ الأبخرةِ بالكفِّ نحوَ أنفِكَ. لا تضعْ أبدًا أنفَكَ قُربَ مصدرِ الرائحةِ.



رموزُ السلامةِ

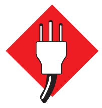
جميعُ التجاربِ والاستقصاءاتِ في هذا الكتابِ، وفي مُختلفِ البطاقاتِ المُتعلِّقةِ بها، تحتوي على رموزِ السلامةِ، التي تحذِّرُكَ ممّا يُضرُّ بسلامتِكَ. كنْ أكثرَ ألفةً مع هذهِ الرموزِ، حتّى إذا رأيْتَ أيًّا منها تُدركُ ما يعنيه، وما عليكَ القيامُ به. ومن المهمِّ جدًّا أن تقرأَ كاملَ هذهِ الفقرةِ عن السلامةِ، لتتعلَّمَ عن الأخطارِ الخاصّةِ بالمُختبَراتِ.


وقايةُ العينَيْنِ


وقايةُ الملابسِ


الأمانُ من الكيميائيّاتِ


الأمانُ لدى التسخينِ


الأمانُ من الكهرباءِ


سلامةُ اليدَيْنِ


الأمانُ من الحيواناتِ


الأمانُ من الأجسامِ الحادَّةِ


الأمانُ من النباتاتِ

وقايةُ العينَيْن

ضعْ نظّارةَ الوقايةِ عندَما تتعاملُ مع الموادِّ الكيميائيَّةِ، كالأحماضِ والقواعدِ، أو أيِّ نوعٍ من مصادرِ اللهبِ وأجهزةِ التسخينِ. ضعْ نظّارةَ الوقايةِ في أيِّ وقتٍ، حتى ولو كانَ الاحتمالُ ضئيلاً في حدوثِ ضررٍ لعينَيْك. بلِّغْ معلِّمَكَ فورَ دُخولِ أيِّ مادَّةٍ إلى عينَيْك، واغسِلْهُما بماءِ الصنبورِ لمُدَّةِ ١٥ دقيقةً على الأقلِّ. تعاملْ مع أيِّ مادَّةٍ كيميائيَّةٍ مجهولةٍ كما لو أنَّها مادَّةٌ خطرةٌ. لا تنظرْ أبدًا إلى الشمسِ مُباشرةً، فقد يؤدّي ذلك إلى عمًى دائمٍ.



يُمنعُ وضعُ عدساتٍ لاصقةٍ في المُختبَرِ، حتى ولو كنْتَ تستخدمُ نظّارةَ الوقايةِ؛ فقدْ تدخُلُ الموادُّ الكيميائيَّةُ بينَ عينَيْكَ والعدساتِ اللاصقةِ. وإذا كانَ لا بُدَّ من وضعِ العدساتِ اللاصقةِ بناءً على استشارةِ طبيبِكَ، فضعْ نظّارةَ وقايةٍ خاصَّةً بذلك.

أجهزةُ الأمانِ

تعرَّفْ موقعَ أقربِ جهازِ إنذارٍ ضدَّ الحريقِ، ومواقعَ جميعِ معدّاتِ الأمانِ والطوارئِ المُستخدَمةِ في المُختبَرِ، كبطّانيّاتِ الحريقِ ونافورةِ غسلِ العينَيْنِ، وكما يحدِّدُها معلِّمُك. وتعرَّفْ أيضًا الخُطواتِ الواجبَ اتِّباعُها في استخدامِ هذهِ المعدّاتِ.



النظافةُ والترتيبُ

أبقِ منطقةَ عملِكَ نظيفةً وخاليةً من الموادِّ المُتراكمةِ، ومن أيِّ كتبٍ أو أوراقٍ غيرِ ضروريَّةٍ. اربطِ الشعْرَ الطويلَ إلى الخلفِ. وارفَعِ الأكمامَ الفضفاضةَ المتدلِّيةَ أو أيَّ شيءٍ يتدَلّى من الملابسِ، كأربطةِ العُنقِ والقلاداتِ. انزعْ أيَّ حُليٍّ مُتدلِّيةٍ. لا تنتعلِ الأحذيةَ المفتوحةَ على الأصابعِ، ولا الصنادلَ في المختبرِ. لا تتناولْ على الإطلاقِ طعامًا أو شرابًا في المُختبَرِ. ويُحظَّرُ استخدامُ مُستحضراتِ التجميلِ فيه. فقد يتلوَّثُ الطعامُ أو الشرابُ أو المستحضَرُ بموادَّ خطرةٍ. تجنَّبْ وضعَ أيِّ مُنتجاتٍ متعلِّقةٍ بالشعرِ، مثلِ الجلّ أو مرذِّذِ الشعرِ، أيامَ العملِ المخبريِّ، لأنها قابلةٌ للاشتعالِ.

الأجسامُ الحادَّةُ

استخدِمْ بمُنتهى الحذرِ السكاكينَ والآلاتِ الحادَّةَ الأُخرى. لا تقُمْ على الإطلاقِ بقصِّ الأجسامِ أو تقطيعِها، وأنت مُمسكٌ بها. ضعِ الأجسامَ على سطحِ طاولةِ عملٍ مُلائمةٍ لأعمالِ القصِّ.

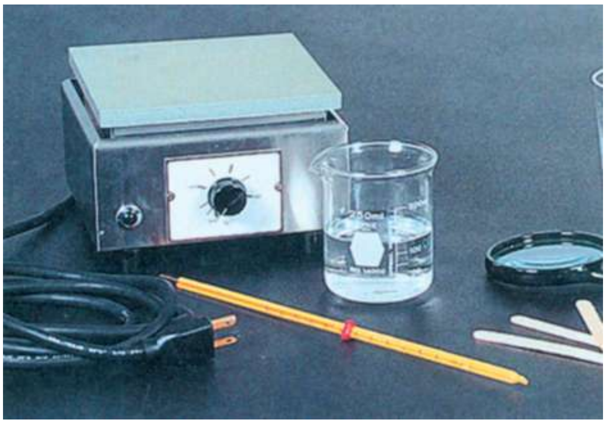




كنْ حذرًا جدًّا لدى استخدامِ الزجاجيّات. ولدى إضافةِ أيِّ جسمٍ ثقيلٍ إلى مخبارٍ، احنِهِ قليلاً، بحيث ينزلقُ الجسمُ ببُطءٍ نحوَ القاعِ.

الحرارةُ

ضعْ نظّارةَ الوقايةِ حينَ تستخدمُ جهازًا للتسخينِ أو أيَّ مصدرٍ للهبِ. استخدمْ، كلَّما كانَ ذلكَ مُمكنًا، القرصَ الساخنَ كمصدرٍ للحرارةِ بدلاً من اللهبِ. عندَما تُسخِّنُ موادَّ في أنبوبِ اختبارٍ، احنِ دائمًا الأنبوبَ لكي يكونَ اتِّجاهُ فُوَّهتِهِ بعيدًا عنْكَ وعن زملائِك. لتفادي الحروقِ، ارتدِ قُفّازَيْنِ مُقاوِمَيْنِ للحرارةِ، عندَما يطلبُ إليكَ ذلك.





الكهرباءُ

تعاملْ بحذرٍ مع الأسلاكِ الكهربائيَّةِ. وحينَ تستخدمُ مجهرًا ذا مصباحٍ، لا تدعِ السلكَ الكهربائيَّ مُتدليًا، لئلاّ يتعثَّرَ به أحدٌ. لا تدعِ الأسلاكَ الكهربائيَّةَ تتدلّى من طرفِ الطاولةِ، لئلاّ تُسبِّبَ سقوطَ الأجهزةِ، إذا دُفِعَتِ الأسلاكُ مُصادفةً. لا تستخدمْ أجهزةً لها أسلاكٌ كهربائيَّةٌ تالفةٌ. تأكَّدْ من أنَّ يدَيْكَ جافَّتانِ، وأن الجهازَ الكهربائيَّ مُطفأٌ قبلَ توصيلِهِ بالمقبسِ. أطفئِ الجهازَ، وافصلْهُ عن المقبسِ الكهربائيِّ حينَ تنتهي من العملِ عليه.

الموادُّ الكيميائيَّةُ

ضعْ نظّارةَ الوقايةِ لدى العملِ على الموادِّ الكيميائيَّةِ الخطرةِ، أو على الأحماضِ، أو على القواعدِ. عندَما تتعاملُ بمادَّةٍ كيميائيَّةٍ تجهلُها، تعامَلْ بها كما لو أنَّها خطرةٌ. ارتدِ على الدوامِ المريولَ الواقي والقُفّازَيْنِ لدى العملِ على الأحماضِ أو القواعدِ، أو متى طُلبَ إليكَ القيامُ بذلك. إذا حدثَ تناثرٌ على جلدِكَ أو ملابسِكَ، اغسلْهُما مُباشرةً بالماءِ لمدَّةِ ٥ دقائقَ على الأقلِّ. وخلالَ ذلكَ بلِّغْ مُعلِّمَكَ بما حدثَ.

لا تقُمْ على الإطلاقِ بمزجِ أيِّ موادَّ كيميائيَّةٍ إلاّ إذا طلبَ إليكَ المُعلِّمُ ذلك. لا تتذوَّقْ ولا تلمسْ ولا تشمَّ أيَّ مادَّةٍ كيميائيَّةٍ إلا إذا كُنْتَ مُوجَّهًا للقيامِ بذلك. قبلَ التعامُلِ معَ سائلٍ أو غازٍ قابلٍ للاشتعالِ، تأكَّدْ من عدمِ وجودِ أيِّ مصدرٍ للهبِ، أو لشرارةٍ، أو للحرارةِ.







الوقايةُ من الحيواناتِ

اطلُبْ على الدوامِ الإذنَ من مُعلِّمِكَ قبلَ أن تُحضرَ أيَّ حيوانٍ إلى مبنى المدرسةِ. يجبُ أن تُدركَ أنَّ هُناكَ حيواناتٍ سامَّةً أو خطرةً. تعامَلْ معَ الحيواناتِ كما يُوجِّهُكَ مُعلِّمُك. وتعاملْ معها بعنايةٍ ورفقٍ. اغسلْ يدَيْكَ جيِّدًا بعدَ التعامُلِ مع أيِّ حيوانٍ.

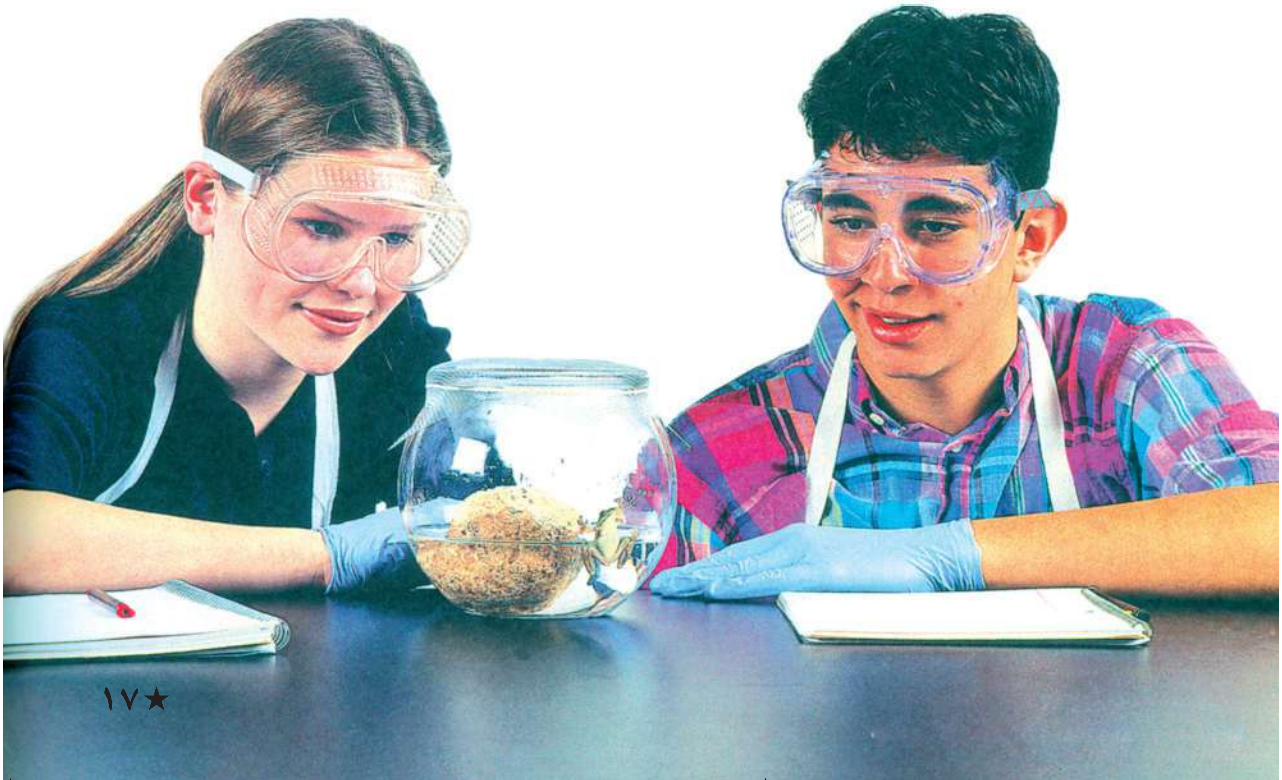
الوقايةُ من النباتِ

لا تأكُلْ أيَّ جُزءٍ من أيِّ نباتٍ مُستخدَمٍ في المُختبَرِ، أو من بُذورِ النباتِ، لا سيَّما التي تُباعُ في المتاجرِ. اغسلْ يدَيْكَ جيِّدًا بعدَ لمسِ أيِّ نباتٍ أو جُزءٍ من نباتٍ. في الطبيعةِ، لا تقتلِعْ أيَّ نباتٍ بريٍّ إلا إذا كانَتْ تعليماتُ المُعلِّمِ تسمحُ بذلك.



الزجاجيّاتُ

تفحَّصِ الأدواتِ الزجاجيَّةَ قبلَ استخدامِها. تأكَّدْ من أنَّها نظيفةٌ، وأنَّها خاليةٌ من أيِّ خدشٍ، أو أيِّ تشقُّقٍ أو تصدُّعٍ. اكتُبْ تقريرًا لمُعلِّمِكَ عن الزجاجيّاتِ المُتضرِّرةِ. يجبُ أن تكونَ الأدواتُ الزجاجيَّةُ المُستخدَمةُ لأغراضِ التسخينِ، من نوعِ الزجاجِ المُقاومِ للحرارةِ.



الخط الزمني

الوَحدةُ

أ

الوراثةُ وجسمُ الإنسانِ

تتعرَّفُ في هذه الوحدةِ الطرقَ التي تنتقلُ عبرَها الخصائصُ من جيلٍ إلى آخرَ يليهِ، ودورَ الجيناتِ، والكروموسوماتِ. وسوف تتعرَّف أيضًا على بعض أجهزة جسم الإنسان وعملها. الخطُّ الزمنيُّ المرافقُ يعطيكَ فكرةً عن بعض الأمورِ التي أصبحَتْ معروفةً حتّى الآنَ في مَجالِ عِلْمِ الوراثةِ.

١٠٠٠

اكتشفَ الفيزيائيُّ العربيُّ ابنُ الهيثم أنَّ الإبصارَ هوَ نتيجةُ انعكاسِ الضوءِ من الأشياءِ إلى داخل العَين.

١٩٠٠

اكتشفَ ثلاثةُ باحثين أعمالَ مندل وأهميَّتها لعلمِ الوراثةِ.

١٩٥٣

حدَّدَ جيمس واتسون وفرانسيس كريك تركيبَ حمضِ DNA.

١٧٥٣

نشرَ كارلوس لينيوس أوّلَ جزءين يشتملانِ على تصنيفِ كلِّ الأنواعِ المعروفة.



١٨٦٥

نشرَ جريجورُ مندلُ نتائجَ دراساتِهِ عن الوراثةِ في نباتاتِ البازلاءِ. لكن ظلَّتْ أبحاثُهُ مغمورةً لسنينَ طوالٍ.



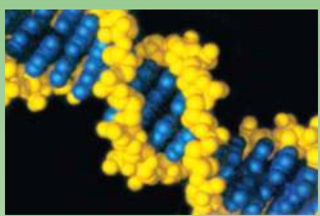
١٩٠٥

وصفَتْ نيتي ستيفنس كيف يتحدَّدُ جنسُ الإنسانِ بوساطةِ كروموسومَيْ X و Y.



١٩٥١

تصوَّرُ روزاليند فرنكلين الحمضَ النوويَّ المنقوصَ الأكسجينِ DNA.



١٩٨٦

اكتشفَ العالِمُ البريطانيُّ السير ألك جفريز مصادفةً استخدامَ DNA لتحديدِ «البصماتِ» الجينيَّةِ الفريدةِ للأشخاصِ.

٢٠٠٣

اكتملَ مشروعُ الجينومِ البشريِّ. قضى العلماءُ ٣١ سنةً في رسمِ خريطةِ ٣ بليوناتِ جزءٍ من كروموسوماتِ DNA.

الفصل

١ الوراثةُ



الفكرةُ الرئيسةُ

الوراثةُ هي انتقالُ الصفاتِ من جيلٍ إلى الجيلِ التالي.

القسمُ

حولَ الصورةِ

هذهِ المجموعةُ من الجيادِ رغمَ انتمائِها إلى فصيلةٍ واحدةٍ، فإنَّها تتميَّزُ بعدَّةِ صفاتٍ منها اللونُ. لماذا تبدو الجيادُ هذه مختلفةً بعضُها عن بعضٍ؟ ماذا يُحدِّدُ لونَ كلِّ جوادٍ قبلَ أن يولدَ؟ هذهِ صفةٌ واحدةٌ فقط من الصفاتِ المحدَّدةِ بوساطةِ معلوماتٍ وراثيَّةٍ. تنتقلُ المعلوماتُ الوراثيَّةُ من الآباءِ إلى الأبناءِ.

نشاطٌ تمهيديٌّ

ملف الملاحظات

بطاقةُ مفرداتٍ قبلَ قراءةِ الفصلِ، قمْ بإعدادِ بطاقةِ المفرداتِ الموصوفةِ ضمنَ قسم **مهاراتِ الدراسةِ** المُدرَجِ في مُلحقِ الكتابِ. اكتبْ مفهومًا رئيسًا من الفصلِ على كلِّ لسانٍ من بطاقةِ المفاهيمِ. تحتَ كلِّ لسانٍ من البطاقةِ اكتبْ تعريفًا للمفهومِ الرئيسِ.





نشاطٌ استهلاليٌّ

تنسيقُ الملابسِ

كيف يصبحُ لدى الأبوينِ أنفسِهما أبناءٌ لهمُ الكثيرُ من الصفاتِ المختلفةِ؟

الخطواتُ

١. أحضرْ **ثلاثةَ صناديقَ**. ضعْ **خمسَ قبّعاتٍ** في الصندوقِ الأوَّلِ، و**خمسةَ قفّازاتٍ** في الصندوقِ الثاني، و**خمسةَ أوشحةٍ** في الصندوقِ الثالثِ.

٢. من دونِ النظرِ إلى الصناديقِ، اخترْ قطعةً واحدةً من كلِّ صندوقٍ. كرِّرْ هذا مع كلِّ خمسةٍ من زملائكَ كلَّ مرةٍ، إلى أن يختارَ الصفُّ بكاملِهِ «زيًّا». سجِّلِ الزيَّ الذي اختارَهُ كلٌّ من زملائِكَ.

التحليلُ

١. هل صادفَ أن كانَ بين الأزياءِ زيّانِ متشابهانِ تمامًا؟ هل رأيْتَ كلَّ الخلطاتِ الممكنةِ؟ وضِّحْ إجابتَكَ.

٢. اخترْ زميلاً واستخدما أزياءَكما. كم مزيجًا مختلفًا يمكنُكما تركيبُه إذا أعطيتُما زميلاً آخرَ قبَّعةً واحدةً وقفّازًا واحدًا ووشاحًا واحدًا؟ فيمَ يشبهُ هذا طريقةَ نقلِ سماتِ الأبوينِ إلى أبنائهما؟

٣. بعدَ إكمالِ هذا النشاطِ، لمَ، في رأيِكَ، يلدُ الآباءُ أبناءً مختلفينَ جدًّا الواحدُ عن الآخرِ.

القسمُ ١

مندلُ ونباتُ البازلّاءِ

مؤشّراتُ الأداءِ

- يوضّحُ العلاقةَ بين الصفاتِ والوراثةِ.
- يصفُ تجاربَ جريجور مندل.
- يفسّرُ الاختلافَ بين الصفاتِ المتنحّيَةِ والسماتِ السائدةِ.

المفرداتُ والمفاهيمُ

الوراثةُ
الصفةُ السائدةُ
الصفةُ المتنحّيَةُ

استراتيجيّةُ القراءةِ

عصفٌ ذهنيٌّ: الفكرةُ الرئيسةُ لهذا القسمِ هي الوراثةُ. وبإجراءِ عصفٍ ذهنيٍّ شاركْ زملاءَكَ في تقديمِ عباراتٍ تتعلّقُ بالوراثةِ.

نلاحظُ تشابهًا دائمًا بينَ آباءِ الكائناتِ الحيَّةِ وأبنائِها سواءٌ في الحيوانِ أو النباتِ أو الإنسانِ. لماذا؟

الوراثةُ Heredity، أو انتقالُ السماتِ من الآباءِ إلى الأبناءِ، كما سترى، أكثرُ تعقيدًا مما تظنُّ. فقد يكونُ لديكَ شعرٌ مجعَّدٌ، بينَما يكونُ لوالديكَ شعرٌ أملسُ. وربَّما كانتْ عيناكَ سوداوين مع أن عيونَ والدَيْكَ عسليَّةٌ. كيف يحدثُ هذا؟ لقد حاولَ العلماءُ الإجابةَ عن هذا السؤالِ من زمنٍ بعيدٍ. فمنذُ حواليْ ١٥٠ سنةً، قامَ جريجور مندل بتجاربَ مهمَّةٍ. وأوصلَتِ اكتشافاتُهُ العلماءَ إلى بعضِ الإجاباتِ عن هذه الأسئلةِ المتعلِّقةِ بالوراثةِ.

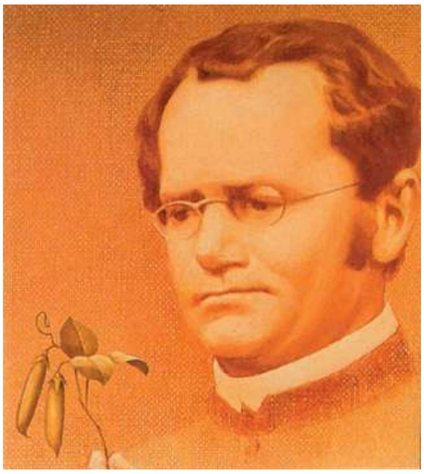
الوراثةُ: انتقالُ الصفاتِ الوراثيَّةِ من الآباءِ إلى الأبناءِ.

من هو كريكور مندل؟

وُلِدَ كريكور مندل، الظاهرُ في **الشكل ١**، عامَ ١٨٢٢ في هاينزندورف Heinzendorf بالنمسا، ودرسَ الكثيرَ عن الأزهارِ والأشجارِ المثمرةِ.

عندَما كانَ مندل في الـ ٢١ من عمرِهِ، انتقلَ إلى فيينا حيث تلقّى تدريبًا على التعليمِ. لكن كانتْ لديه مشكلةٌ في مواجهةِ الامتحاناتِ. فبالرغمِ من أنه كانَ مجتهدًا في المدرسةِ، فإنه عجزَ عن اجتيازِ الامتحانِ النهائيِّ. فرجعَ وكرَّسَ معظمَ إمكاناتِهِ للأبحاثِ التي أجراها على نباتِ بازلّاءِ الحدائقِ والتي أدّتْ إلى اكتشافِهِ لمبادئِ الوراثةِ.

تحقّقْ
ما الوراثةُ؟



الشكلُ ١ اكتشفَ كريكور مندل مبادئَ الوراثةِ في أثناءِ دراستِه لنباتاتِ البازلّاءِ.

حلُّ اللّغزِ

من خلالِ عملِهِ في مجالِ النباتاتِ، عرفَ مندلُ أنَّ أنماطَ الوراثةِ لم تكنْ واضحةً على الدوامِ. فأحيانًا تظهرُ صفةٌ في جيلٍ ما (الآباءِ) ولا تظهرُ في الجيلِ التالي (الأبناءِ). ومع ذلك تظهرُ هذه الصفةُ مرَّةً أخرى في الجيلِ الذي يليهِ. لاحظَ مندل أنواعَ الأنماطِ هَذِه في عدَّةِ كائناتٍ حيَّةٍ أخرى أيضًا. أرادَ مندلُ أن يتعرَّفَ المزيدَ عن سببِ هذه الأنماطِ.

لكي يبقى استقصاؤُهُ بسيطًا، قرَّر مندلُ أن يدرسَ نوعًا واحدًا من الكائناتِ الحيَّةِ. ولمّا كانَ قد درسَ نباتاتِ بازلّاءِ الحدائقِ من قبل، فقد بدَتْ تلك النباتاتِ خيارًا جيِّدًا له.

أنواعُ التلقيحِ في نباتِ البازلاّءِ

في الحقيقةِ، كانَتْ بازلاّءُ الحدائقِ خيارًا جيّدًا لعدّةِ أسبابٍ. فنباتاتُ البازلاّءِ تنمو بسرعةٍ، وتتوافرُ منها أنواعٌ كثيرةٌ. وهي قادرةٌ أيضًا على التلقيحِ الذاتيِّ. **النباتُ الملقِّحُ ذاتيًا** له تراكيبُ تكاثريَّةٌ أنثويَّةٌ وذكريَّةٌ في الزهرةِ نفسِها. لذلك، بإمكانِ حبوبِ اللقاحِ من زهرةٍ واحدةٍ أن تلقِّحَ بويضةً في الزهرةِ نفسِها أو بويضةً في زهرةٍ أخرى على النباتِ نفسِهِ. الزهرةُ اليُسرى من **الشكل ٢** تتلقَّحُ ذاتيًّا.

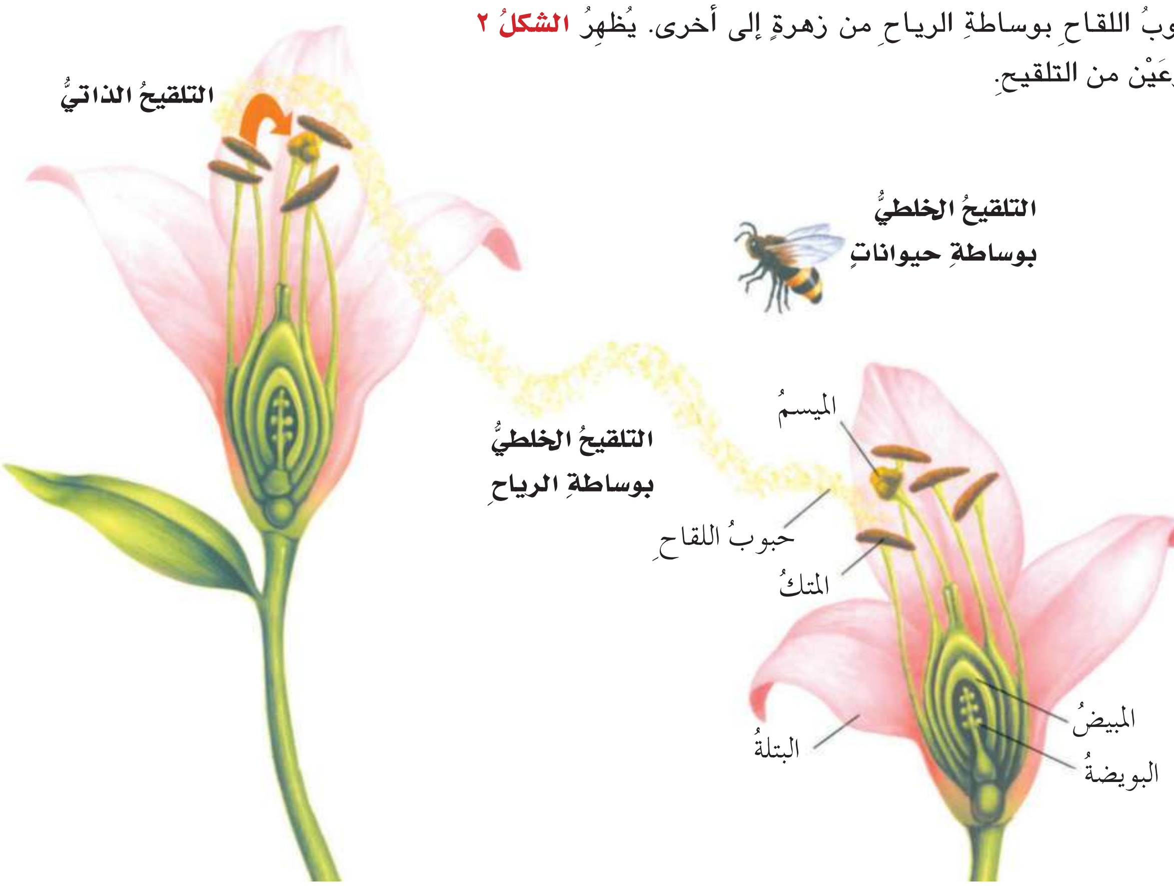
ما أهميَّةُ أن يكونَ نباتُ البازلاّءِ قادرًا على التلقيحِ الذاتيِّ؟ إنّ خليَّةَ البيضةِ (في بويضةٍ) والخليَّةَ الذكريَّةَ (في حبَّةِ اللقاحِ) من النباتِ نفسِه تتَّحدانِ لتنتجا نباتًا جديدًا. كانَ مندلُ قادرًا على تربيةِ نباتاتٍ نقيَّةِ السلالةِ. عندَما يتلقَّحُ ذاتيًّا **نباتٌ نقيُّ السلالةِ**، يكونُ لدى الأبناءِ كلِّها الصفةُ نفسُها، هي سمةُ آبائِها. مثلاً: سيكونُ دائمًا للنباتِ النقيِّ السلالةِ ذي الأزهارِ البنفسجيَّةِ أبناءٌ أزهارُها بنفسجيَّةٌ.

نباتاتُ البازلاّءِ قادرةٌ أيضًا على التلقيحِ الخلطيِّ. في **التلقيحِ الخلطيِّ**، تلقِّحُ حبَّةُ لقاحٍ من نباتٍ بويضةَ زهرةٍ في نباتٍ آخرَ لنفسِ النوعِ. يحدثُ هذا بعدَّةِ طرقٍ: فقد تحملُ حشراتٌ حبوبَ اللقاحِ إلى زهرةٍ في نباتٍ آخرَ. وقد تنتقلُ حبوبُ اللقاحِ بوساطةِ الرياحِ من زهرةٍ إلى أخرى. يُظهرُ **الشكلُ ٢** هذَيْنِ النوعَيْنِ من التلقيحِ.

نشاطٌ منزليٌّ

وصفُ الصفاتِ

كيف تريدُ أن تصفَ نفسَكَ؟ هل تريدُ أن تقولَ إنك طويلٌ أو قصيرٌ، أو لديكَ شعرٌ متجعِّدٌ أو شعرٌ أملسُ؟ ضعْ قائمةً ببعضِ صفاتِكَ الجسديَّةِ، وقائمةً ثانيةً بالصفاتِ التي لم تولدْ معك، مثلِ «عطوفٍ» أو «ماهرٍ في كرةِ القدمِ». تحدَّثْ مع أفرادِ عائلتِكَ عن القائمتَيْنِ. هل يقرُّونَ بأوصافِكَ؟



الشكلُ ٢ في أثناءِ التلقيحِ، تُنقلُ حبوبُ اللقاحِ من المتوكِ (الذكر) إلى الميسمِ (الأنثى). ويحدثُ التلقيحُ عندَما تنتقلُ خليَّةٌ ذكريَّةٌ من حبَّةِ اللقاحِ عبرَ الميسمِ، وتدخلُ خليَّةَ البيضةِ في بويضةٍ.

الصفاتُ

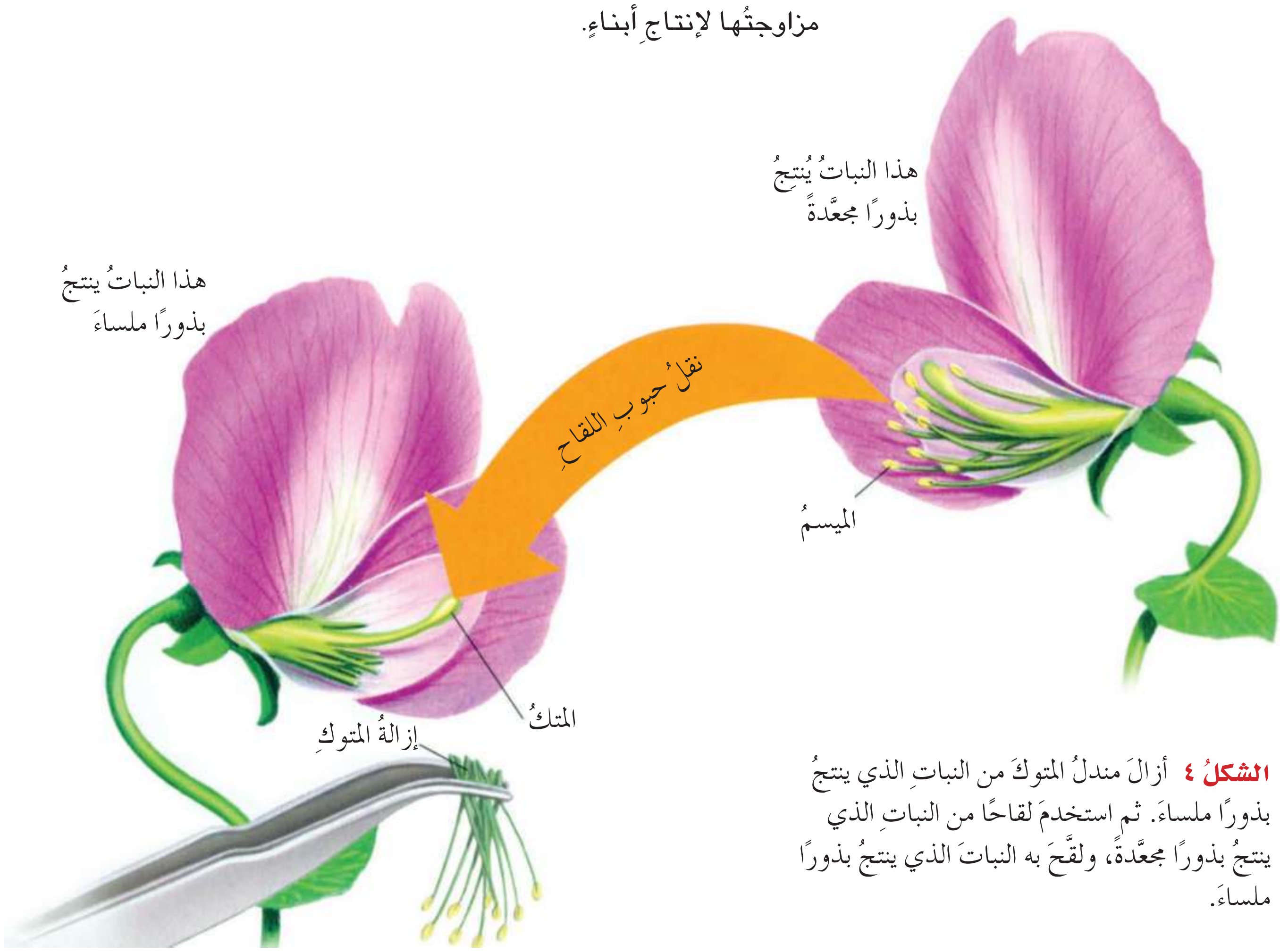
درسَ مندلُ في بدايةِ تجاربِه صفةً واحدةً فقطْ في كلِّ مرّةٍ. **للصفةِ** مظاهرُ مختلفةٌ عند الجماعةِ الأحيائيَّةِ. لونُ الشعرِ، مثلاً، صفةٌ عندَ الإنسانِ. المظاهرُ المختلفةُ، كالشعرِ الأحمرِ أو البنّيِّ، تسمّى **سماتٍ** استخدمَ مندل نباتاتٍ عندَها سمتانِ مختلفتانِ لكلِّ صفةٍ من الصفاتِ التي درسَها. فصفةُ لونِ الزهرةِ، مثلاً، اختارَ من أجلِها نباتاتٍ لها أزهارٌ بنفسجيَّةٌ ونباتاتٍ لها أزهارٌ بيضاءُ. يظهرُ في **الشكلِ ٣** ثلاثٌ من الصفاتِ التي درسَها مندلُ.

التلقيحُ الخلطيُّ الصناعيُّ

كانَ مندلُ حريصًا على استخدامِ نباتاتٍ نقيَّةِ السلالةِ لكلِّ واحدةٍ من الصفاتِ التي كانَ يدرسُها. بقيامِه بهذا العمل يعرفُ ما يجبُ أن يتوقَّعَه إذا تلقَّحَتْ نباتاتُه ذاتيًّا. ثمَّ قرَّرَ مندل أن يكتشفَ ما يحدثُ إذا ما زاوجَ نباتَيْن لهما صفاتٌ مختلفةٌ لصفةٍ واحدةٍ. لكي يتأكَّدَ من أن النباتاتِ ستتلقَّحُ خلطيًّا، أزالَ متوكَ أحدِ النباتَيْن لئلاّ يتلقَّحَ هذا النباتُ ذاتيًّا. ثمّ استخدمَ لقاحًا من النباتِ الآخرَ لتلقيحِ النباتِ الذي أزيلَتْ متوكُه، كما هو ظاهرٌ في **الشكلِ ٤**. سمحَتْ هذه الخطوةُ لمندل بأنْ يختارَ النباتاتِ التي يمكنُهُ مزاوجتُها لإنتاجِ أبناءٍ.



الشكل ٣ هذه بعضُ صفاتِ النباتِ التي درسَها مندلُ.



الشكلُ ٤ أزالَ مندلُ المتوكَ من النباتِ الذي ينتجُ بذورًا ملساءَ. ثم استخدمَ لقاحًا من النباتِ الذي ينتجُ بذورًا مجعَّدةً، ولقَّحَ به النباتَ الذي ينتجُ بذورًا ملساءَ.

تجاربُ مندلَ

في تجاربِهِ الأولى، زاوجَ مندلُ نباتاتِ بازلاّءَ لدراسةِ سبعِ صفاتٍ مختلفةٍ. استخدمَ مندلُ، في كلِّ تزاوجِ نباتاتٍ نقيَّةَ السلالةِ لصفاتٍ مختلفةٍ من كلِّ صفةٍ. مثلاً، زاوجَ نباتاتِ أزهارُها بنفسجيَّةٌ مع نباتاتٍ أزهارُها بيضاءُ. هذا التزاوجُ ظاهرٌ في الجزءِ الأوَّلِ من **الشكل ٥**. تُسمَّى أبناءُ هذا التزاوجِ **نباتاتِ الجيلِ الأوَّلِ**. كلُّ نباتاتِ الجيلِ الأوَّلِ من هذا التزاوجِ ذاتُ أزهارٍ بنفسجيَّةٍ. هل فاجأتْكَ النتائجُ؟ ماذا حدثَ لصفةِ الأزهارِ البيضاءِ؟

حصلَ مندلُ على نتائجَ مماثلةٍ لكلِّ التزاوجاتِ. كانَتْ صفةٌ واحدةٌ فقط موجودةً دائمًا في الجيلِ الأوَّلِ، وبدتِ الصفةُ الأخرى وكأنَّها قد اختفَتْ. أطلقَ مندلُ على الصفةِ التي ظهرَتِ اسمَ **الصفةِ السائدةِ Dominant trait**. والصفةُ الأخرى التي اختفَتْ في الجيلِ الأوَّلِ أطلقَ عليها اسمَ **الصفةِ المتنحِّيَةِ Recessive trait**. لاستكشافِ ما يكونُ قد حدثَ للسمةِ المتنحِّيَةِ قرَّرَ مندلُ أن يقومَ بمجموعةٍ أخرى من التجاربِ.

سمحَ مندلُ لنباتاتِ الجيلِ الأوَّلِ بالتلقيحِ الذاتيِّ. يُظهرُ **الشكلُ ٥** أيضًا ما جرى عندَما سمحَ مندلُ لنباتاتِ الجيلِ الأوَّلِ ذاتِ الأزهارِ البنفسجيَّةِ بالتلقيحِ الذاتيِّ. يمكنُكَ أن ترى كيفَ ظهرَتِ الصفةُ المتنحِّيَةُ للأزهارِ البيضاءِ ثانيةً في الجيلِ الثاني.

قامَ مندلُ بالتجربةِ نفسِها على كلٍّ من الصفاتِ السبعِ. وفي كلِّ حالةٍ، كانَتِ الصفةُ المتنحِّيَةُ تظهرُ في بعضِ نباتاتِ الجيلِ الثاني.

الصفةُ السائدةُ: الصفةُ المرئيَّةُ في الجيلِ الأوَّلِ، بعدَ تزاوجِ أبوينِ لهما صفاتٌ مختلفةٌ.

الصفةُ المتنحِّيَةُ: الصفةُ التي تعودُ إلى الظهورِ في الجيلِ الثاني بعد أن تختفيَ في الجيلِ الأوَّلِ، عندما يتزاوجُ أبوانِ لهما صفاتٌ مختلفةٌ.

تحقَّقْ

صفْ مجموعةَ تجاربِ مندل الثانيةَ.



الشكلُ ٥ استخدمَ مندلُ حبوبَ اللقاحِ من نباتٍ ذي أزهارٍ بنفسجيَّةٍ ليلقِّحَ نباتًا ذا أزهارٍ بيضاءَ. ثم سمحَ لأبنائِهما بالتلقيحِ الذاتيِّ.

النِّسَبُ في تجاربِ مندلَ

قرَّر مندلُ أن يَعُدَّ نباتاتِ كلِّ سمةٍ ظهرَتْ في الجيلِ الثاني. فقد أمِلَ أنْ يساعدَه هذا على توضيحِ نتائجِهِ. انظرْ نتائجَ مندلَ الظاهرةَ في **الجدول ١**. كما ترى، لم تظهرِ الصفةُ المتنحِّيةُ بقدرِ ما ظهرَتِ الصفةُ السائدةُ. قرَّر مندلُ أن يحسُبَ نسبةَ الصفاتِ السائدةِ إلى الصفاتِ المتنحِّيةِ. النسبةُ هي علاقةٌ بينَ رقمَينِ مختلفَيْنِ، وتُكتبُ غالبًا ككسرٍ. احسُبْ نسبةَ الصفةِ السائدةِ إلى الصفةِ المتنحِّيةِ لكلِّ صفةٍ. (إن احتجْتَ إلى مساعدةٍ، انظرْ إلى فقْرةِ «وقفةٌ مع الرياضيّاتِ» المقابلةِ.) هل تلاحظُ ما يثيرُ الاهتمامَ حولَ النسبِ؟ قرِّبْ إلى عددٍ صحيحٍ. هل النسبُ كلُّها هي نفسُها، أم أنَّها مختلفةٌ؟

وقْفَةٌ معَ الرياضيّاتِ

فهمُ النِّسَبِ

النسبةُ وسيلةٌ لمقارنةِ عددَيْنِ. انظرِ الجدولَ ١. نسبةُ النباتاتِ ذاتِ الأزهارِ البنفسجيَّةِ إلى النباتاتِ ذاتِ الأزهارِ البيضاءِ يمكنُ كتابتُها كالآتي: ٧٠٥ إلى ٢٢٤ أو ٧٠٥:٢٢٤.

يمكنُ تبسيطُ هذه النسبةِ بتقسيمِ الرقمِ الأوَّلِ على الثاني كما يلي:

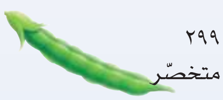
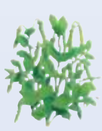
$$\frac{٧٠٥}{٢٢٤} = \frac{٣,١٥}{١}$$

وهو كنسبةِ ٣٫١٥:١.

لكلِّ ٣ نباتاتٍ ذاتِ أزهارٍ بنفسجيَّةٍ نباتٌ واحدٌ تقريبًا أزهارُهُ بيضاءُ.

جرِّبْ هذه المسألةَ: في علبةِ حلوى ١٨ قطعةً محشوَّةً بالجوزِ و ٦ قطعٍ محشوَّةٍ باللوزِ. ما نسبةُ القطعِ المحشوَّةِ بالجوزِ إلى القطعِ المحشوَّةِ باللوزِ؟

الجدولُ ١ نتائجُ تجاربِ مندلَ

الصفةُ	الصفاتُ السائدةُ	الصفاتُ المتنحِّيةُ	النسبةُ
لونُ الزهرةِ	٧٠٥ بنفسجي 	٢٢٤ أبيض 	٣,١٥ :١
لونُ البذرةِ	٦٠٠٢ أصفر	٢٠٠١ أخضر 	?
ملمسُ البذرةِ	٥٤ ٧٤ أملس 	١ ٨٥٠ مجعَّد 	?
لونُ القرنِ	٤٢٨ أخضر 	١٥٢ أصفر 	?
شكلُ القرنِ	٨٨٢ منتفخ 	٢٩٩ متخصّر 	?
موقعُ الزهرةِ	٦٥١ محوري 	٢٠٧ طرفي 	?
طولُ النباتِ	٧٨٧ طويل 	٢٧٧ قصير 	?

تحقَّقْ

ما النسبةُ؟

رحلَ كريكورُ مندلُ لكنَّهُ لم يُنسَ

أدركَ مندلُ أنّ بالإمكانِ توضيحَ نتائجِهِ فقط إذا كانَ لدى كلِّ نباتٍ مجموعتانِ من المعلوماتِ لكلِّ صفةٍ، بحيث يعطي كلٌّ من الأبويْنِ مجموعةً واحدةً من المعلوماتِ. عامَ ١٨٦٥، نشرَ مندلُ اكتشافاتِهِ. إلاّ أنّ الأفكارَ الجيِّدةَ قد تُهمَلُ أحيانًا أو قد يُساءُ فهمُها في البدايةِ. بعدَ وفاةِ مندلَ بأكثرَ من ٣٠ سنةً، اكتشفَ العالَمُ عملَ مندلَ، واعترفَ بهِ على نحوٍ واسعٍ. وقد أدّى اكتشافُ أفكارِ مندلَ وفهمُها إلى فتحِ البابِ أمامَ علمِ الوارثةِ المعاصرِ. واليومَ تعدُّ الأبحاثُ الوراثيَّةُ كما يظهرُ في **الشكل ٦**، أحدَ أسرعِ حقولِ العلمِ تطوُّرًا.



الشكلُ ٦ تُتابعُ هذه الباحثةُ العملَ الذي بدأهُ كريكورُ مندلُ منذُ أكثرَ من ١٠٠ سنةٍ.

مُراجعةُ القسمِ

ملخّص

- الوراثةُ هي انتقالُ الصفاتِ من الآباءِ إلى الأبناءِ.
- قامَ كريكورُ مندلُ بتجاربَ مخطَّطةٍ بعنايةٍ مستخدمًا نباتاتِ بازلاّءَ قادرةٍ على التلقيحِ الذاتيِّ.
- عندما تُزاوجُ آباءٌ ذاتُ صفاتٍ متضادّةٍ بحالةٍ نقيَّةٍ، تظهرُ الصفاتُ السائدةُ في الجيلِ الأوّلِ وتختفي الصفاتُ المتنحّيةُ، لكنَّها تظهرُ ثانيةً في الجيلِ الثاني.
- وجدَ مندلُ أنَّ نسبةَ الصفاتِ السائدةِ إلى المتنحّيَةِ في الجيلِ الثاني هي ٣:١.

مراجعةُ المُفرداتِ والمفاهيمِ

١. استخدمْ كلاًّ من المفرداتِ أو المفاهيمِ التاليةِ في جملةٍ منفصلةٍ: **الوراثة**، **الصفة السائدة**، **الصفة المتنحيّة**.

استيعابُ الأفكارِ الرئيسةِ

٢. النباتُ الذي لديه التراكيبُ التكاثريَّةُ الأنثويَّةُ والذكريَّةُ معًا قادرٌ على:
   أ. التضاعفِ الذاتيِّ.
   ب. التلقيحِ الذاتيِّ.
   ج. تغييرِ لونِهِ.
   د. لا شيءَ من هذا.

٣. ما الفرقُ بين التلقيحِ الذاتيِّ والتلقيحِ الخلطيِّ؟

٤. ما الفرقُ بين السمةِ والصفةِ؟ أعطِ مثالاً واحدًا على كلٍّ منهما.

٥. صفْ مجموعةَ الأفرادِ الناتجةِ من تجاربِ مندل الأولى.

٦. صفْ مجموعةَ الأفرادِ الناتجةِ من استكمالِ تجاربِ مندل الأولى.

مهاراتٌ رياضيّاتٍ

٧. في كيسِ حلوى ٢١ قطعةً بيضاءَ و ٦ قطعٍ بنيَّةٍ. ما نسبةُ الأبيضِ إلى البنيِّ؟ ما نسبةُ البنيِّ إلى الأبيضِ؟

تفكيرٌ ناقدٌ

٨. **توقُّعُ النتائجِ**: استخدمَ كريكورُ مندلُ نباتاتٍ نقيَّةَ السلالةِ فقط. فلو لم يكنْ قد استخدمَ نباتاتٍ نقيَّةَ السلالةِ، هل كانَ سيكتشفُ الصفاتِ المتنحِّيةَ والسائدةَ؟ وضِّحْ إجابتَك.

٩. **تطبيقُ المفاهيمِ**: عندَ القططِ نوعانِ من الآذانِ: عاديَّةٌ ومتجعِّدةٌ. تمَّ تزاوجُ بينَ قطٍّ بأذنينِ متجعِّدتَيْنِ وقطَّةٍ بأذنينِ عاديَّتَيْنِ. فكانَ لكلِّ الصغارِ آذانٌ متجعِّدةٌ.
   أ. هل الآذانُ المتجعِّدةُ صفةٌ متنحِّيةٌ أم سائدةٌ؟ وضِّحْ إجابتَك.
   ب. ماذا تتوقَّعُ أن تكونَ صفاتُ الأبناءِ في الجيلِ الثاني؟

١٠. **تحديدُ العلاقاتِ**: اذكرْ ثلاثةَ حقولٍ دراسيَّةٍ أُخرى تستخدمُ النَّسَبَ.

القسم ٢

الصفاتُ والوراثةُ

حَسَبَ مندلُ نسبةَ الصفاتِ السائدةِ إلى الصفاتِ المتنحِّيةِ في الجيلِ الثاني، فوجدَ أنها ٣:١. علامَ استدلَّ من هذه النسبةِ حولَ كيفيَّةِ انتقالِ الصفاتِ من الآباءِ إلى الأبناءِ؟

فكرةٌ عظيمةٌ

عرفَ مندلُ من تجاربِهِ على البازلّاءِ حتميَّةَ وجودِ مجموعتَين من المعلوماتِ لكلِّ صفةٍ. نباتاتُ الجيلِ الأوّلِ تحملُ معلوماتٍ كلٍّ من الصفةِ السائدةِ والصفةِ المتنحِّيةِ. والعلماءُ اليومَ يُطلقون على معلوماتِ الصفةِ الوراثيَّةِ اسمَ **الجين Gene**. يُعطي كلُّ أبٍ مجموعةً واحدةً من الجيناتِ للأبناءِ. هذا يعني أن للجينِ نفسِه في الأبناءِ شكلَيْن لكلِّ صفةٍ: واحدًا من كلِّ أبٍ. تُعرَفُ الأشكالُ المختلفةُ للجينِ (هي غالبًا سائدةٌ ومتنحِّيةٌ) باسمِ **الأليّلات Alleles**. يُرمزُ إلى الأليّلاتِ السائدةِ بحروفٍ لاتينيَّةٍ كبيرةٍ، ويُرمزُ إلى الأليّلاتِ المتنحِّيةِ بحروفٍ صغيرةٍ.

الطرازُ المظهريُّ

تؤثِّرُ الجيناتُ في صفاتِ الأبناءِ. يُعرفُ مظهرُ الكائنِ الحيِّ باسمِ **الطرازِ المظهريِّ Phenotype**. في نباتاتِ البازلّاءِ، قد تكونُ الطرزُ المظهريَّةُ الممكنةُ لصفةِ لونِ الزهرةِ أزهارًا بنفسجيَّةً أو أزهارًا بيضاءَ. بالنسبةِ إلى لونِ البذرةِ، البذورُ الخضراءُ والبذورُ الصفراءُ هما الطرازان المظهريّان المختلفان.

الطرزُ المظهريَّةُ في الإنسانِ معقَّدةٌ أكثرُ بكثيرٍ ممّا في البازلّاءِ. انظرِ **الشكل ١** أدناه. لدى هذا الفتى حالةٌ وراثيَّةٌ تسمّى المهاقَ. ينتجُ المهاقُ عن عدمِ وجودِ الصبغِ اللونيِّ الطبيعيِّ في الشعرِ والجلدِ والعيونِ.



الشكلُ ١ المهاقُ شذوذٌ وراثيٌّ يؤثِّرُ في الطرازِ المظهريِّ لشخصٍ من عدَّةِ جوانبَ.

مؤشّراتُ الأداءِ

- يوضِّحُ علاقةَ الجيناتِ والأليّلاتِ بالطرازِ الجينيِّ والطرازِ المظهريِّ.
- يستخدمُ المعلوماتِ في مربَّعِ بانيت.
- يوضِّحُ كيفَ تُستخدمُ الاحتمالاتُ لتوقُّعِ الطرزِ الجينيَّةِ في النسلِ.
- يصفُ ثلاثةَ استثناءاتٍ لملاحظاتِ مندلَ.

المفرداتُ والمفاهيمُ

الجين	الطرازُ الجينيُّ
الأليل	الاحتمالُ
الطرازُ المظهريُّ	

استراتيجيَّةُ القراءةِ

تلخيصٌ ثنائيٌّ: اقرأْ هذا القسمَ بتأمُّلٍ. تناوبْ أنت وزميلٌ لك على تلخيصِه. توقّفْ لمناقشةِ الأفكارِ التي تبدو غيرَ واضحةٍ.

الجينُ: مجموعةٌ واحدةٌ من المعلوماتِ لسمةٍ وراثيَّةٍ.

الأليلُ: أحدُ الأشكالِ البديلةِ لجينِ صفةٍ ما كلونِ الشعرِ.

الطرازُ المظهريُّ: مظهرُ الكائنِ الحيِّ أو أيُّ ميزةٍ أخرى قابلةٍ للاكتشافِ.

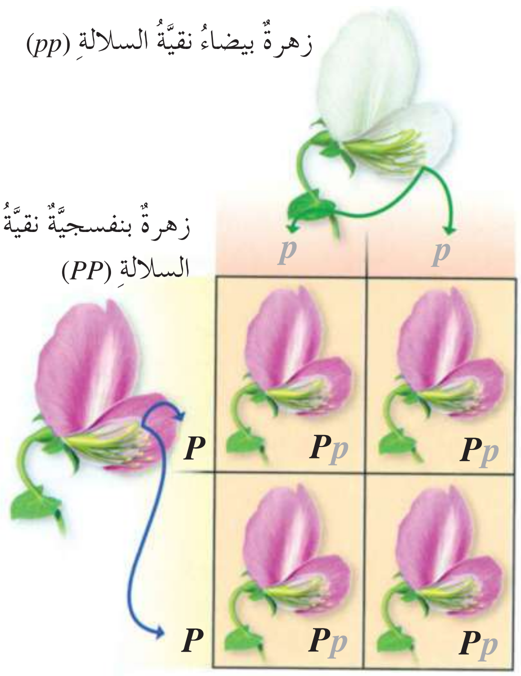
تحقَّقْ
ما الاختلافُ بين الجينِ والأليلِ؟

الطرازُ الجينيُّ

تشكّلُ الأليلاتُ الموروثةُ في الفردِ **الطرازَ الجينيَّ** Genotype للكائن. بما أن الأليلَ للأزهارِ البنفسجيَّةِ (P) هو سائدٌ، فإن النباتَ يحتاجُ إلى أليلٍ واحدٍ P ليكونَ لديهِ أزهارٌ بنفسجيَّةٌ. النباتُ الذي لديهِ أليلان سائدان أو متنحيّان يُسمّى نقيًا. والنباتُ الذي لديهِ الطرازُ الجينيُّ Pp يُسمّى هجينًا.

مربَّعُ بونيت

يُستخدمُ مربَّعُ بانيت لتنظيمِ كلِّ التراكيبِ الممكنةِ لأبناءٍ من آباءٍ معيَّنةٍ. الأليلاتُ لنباتٍ نقيِّ السلالةِ بنفسجيِّ اللونِ يُرمَزُ إليْها بـ PP. الأليلاتُ لنباتٍ نقيِّ السلالةِ أبيضِ الزهرِ يُرمزُ إليها بـ pp. يظهَرُ مربَّعُ بونيت لهذا التزاوجِ في **الشكلِ ٢**. في كلِّ الأبناءِ الطرازُ الجينيُّ نفسُهُ: Pp. الأليلُ السائدُ، P، في كلِّ طرازٍ جينيٍّ يضمنُ أن يكونَ كلُّ الأبناءِ نباتاتٍ بنفسجيَّةَ الأزهارِ. الأليلُ المتنحّي، p، يمكنُ أن ينتقلَ إلى الجيلِ التالي. يعرِضُ مربَّعُ بونيت هذا نتائجَ تجاربِ مندل الأولى.



الشكلُ ٢ كلُّ أبناءِ هذا التزاوجِ تملكُ الطرازَ الجينيَّ نفسَهُ — Pp.

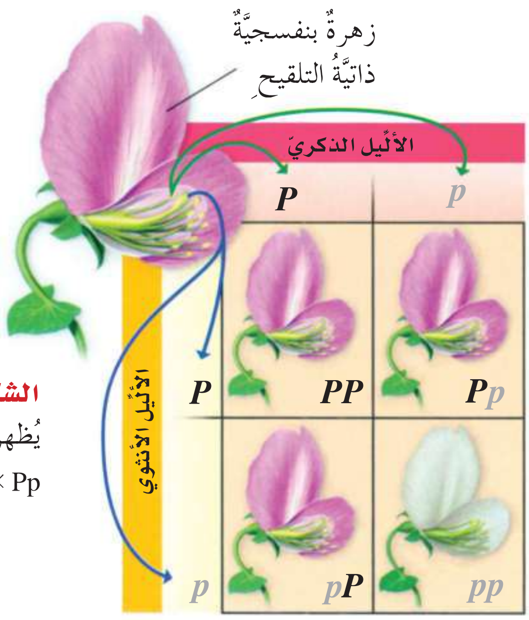
الطرازُ الجينيُّ: التركيبُ الجينيُّ الكاملُ لكائنٍ معيَّنٍ؛ وهو أيضًا مجموعُ الجيناتِ لسمةٍ واحدةٍ معيَّنةٍ أو أكثر.

مختبرٌ سريعٌ

إنشاءُ مربَّعِ بونيت

١. ارسمْ مربَّعًا، وقسِّمْهُ إلى أربعةِ أقسامٍ.
٢. اكتبِ الحروفَ التي تمثِّلُ الأليلاتِ من الذكرِ عل طولِ رأسِ المربَّعِ.
٣. اكتبِ الحروفَ التي تمثِّلُ الأليلاتِ من الأنثى على طولِ جانبِ المربَّعِ.
٤. التزاوجُ الظاهرُ إلى اليسارِ هو بين النباتَينِ اللذَيْنِ ينتجانِ بذورًا ملساء. الطرازُ الجينيُّ لكلٍّ منها هو Rr. البذورُ الملساءُ سائدةٌ والبذورُ المجعَّدةُ متنحيّةٌ. اتبعِ الأسهمَ لتشاهدَ كيف تمَّ ملءُ المربَّعاتِ. الأليّلاتُ الناتجةُ داخلَ المربَّعِ تُظهِرُ كلَّ الطرزِ الجينيَّةِ الممكنةِ لأبناءِ هذا التزاوجِ. ما الطُرزُ المظهريَّةُ المتوقَّعةُ للأبناءِ؟





الشكلُ ٣ مربَّعُ بونيت هذا يُظهرُ النتائجَ الممكنةَ من التزاوجِ Pp × Pp.

براهينُ أخرى على الوراثة

في تجاربِهِ الثانيةِ، سمحَ مندل لنباتاتِ الجيلِ الأوَّلِ بالتلقيحِ الذاتيِّ. يعرضُ **الشكلُ ٣** التزاوجَ بالتلقيحِ الذاتيِّ بينَ نباتٍ لديهِ الطرازُ الجينيُّ *Pp*. ما الطرزُ الجينيَّةُ الممكنةُ للأبناءِ؟

لاحظْ أنَّ مربَّعًا واحدًا يُظهرُ الطرازَ الجينيَّ *Pp*، بينمَا يظهرُ آخرُ *pP*. وهما تمامًا الطرازُ الجينيُّ نفسُهُ. الطرُزُ الجينيَّةُ الأخرى الممكنةُ للأبناءِ هي *pp* و *PP*. تمتلكُ الاتحاداتُ *PP*، *Pp*، *pP* الطرُزَ المظهريَّةَ نفسَها، وهي الأزهارُ البنفسجيَّةُ. هذا سببُهُ أنَّ كلاًّ منها يشتملُ على أليلٍ سائدٍ واحدٍ (P) على الأقلِّ.

التركيبُ الوحيدُ، *pp*، يُنتجُ نباتاتٍ لديها أزهارٌ بيضاءُ. نسبةُ السائدةِ إلى المتنحِّيةِ ٣:١، تمامًا كما حسبَها مندل من خلالِ بياناتِهِ.

ما الفرصُ؟

فكِّرْ في رمي قطعةِ نقودٍ معدنيَّةٍ. هناك فرصةُ ٥٠٪ أنْ تحصُلَ على الوجهِ العلويِّ وفرصةُ ٥٠٪ أنْ تحصُلَ على الوجهِ السفليِّ. ولدى كلِّ أبٍ أليلان اثنان لكلِّ جينٍ. عندما يكونُ هذانِ الأليلانِ مختلفيْنِ، كما في *Pp*، تكونُ احتمالاتُ أنْ يحصُلَ الأبناءُ على أيٍّ من الأليلينِ على حدٍّ سواءٍ هي نفسَها.

الاحتمالُ

الفرصةُ الرياضيَّةُ هي أنَّ شيئًا ما سيحدُث، وتُعرفُ باسمِ **الاحتمالِ Probability**. يُكتبُ الاحتمالُ في أكثرِ الأحيانِ ككسرٍ أو كنسبةٍ مئويَّةٍ. إنْ رميْتَ قطعةَ نقودٍ معدنيَّةٍ، فاحتمالُ حصولِكَ على أحدِ الوجهَيْنِ هو ١/٢، أي إنَّهُ يحتمَلُ أنْ تحصُلَ على هذا الوجهِ نصفَ عددِ المرّاتِ.

مختبرٌ سريعٌ

هذه فرصتُكم

لديكَ أرنبان. فروُ كلٍّ منهما بنِّيٌّ وطرازُهما الجينيُّ *Bb*. تريدُ أنْ تتوقَّعَ ألوانَ أبنائِهما. اتَّبِعِ الخطواتِ الآتيةَ لاكتشافِ ذلك:

١. ألصِقْ **قطعةً من شريطٍ لاصقٍ** على جانبَيْ قطعتَيْ **نقودٍ معدنيَّةٍ**.
٢. رمِّزْ أحدَ الجانبيْنِ بحرفٍ كبيرٍ *B*، والجانبَ الآخرَ بحرفٍ *b* صغيرٍ.
٣. ارمِ قطعتَيِ النقودِ المعدنيَّتَينِ في الهواءِ ١٠ مرّاتٍ، وسجِّلْ نتائجَكَ كلَّ مرَّةٍ.
٤. كم مرَّةً حصلْتَ على تركيبِ *bb*؟
٥. ما احتمالُ أنْ ينتجَ من الرميةِ التاليةِ تركيبُ *bb*؟
٦. ما احتمالُ أنْ يكونَ لدى الأرنبَيْنِ أبناءٌ لها فروٌ أبيضُ (بوساطةِ الطرازِ الجينيِّ *bb*)؟

الاحتمالُ: هو فرصةُ وقوعِ حدث بشكلٍ معيَّنٍ.

تحقَّقْ
ما الاحتمالُ؟

حسابُ الاحتمالاتِ

لإيجادِ احتمالِ أن تحصُلَ مرَّتيْنِ على الوجهِ نفسِه لقطعةِ النقودِ على التوالي، اضربِ احتمالَ الحصولِ على الوجهِ الأعلى في المرَّةِ الأولى (١/٢) في احتمالِ الحصولِ على الوجهِ الأعلى في المرَّةِ الثانيةِ (١/٢). إن احتمالَ الحصولِ على الوجهِ الأعلى في مرَّتيْنِ متتاليتين هو ١/٤.

احتمالاتُ الطرازِ الجينيِّ

للحصولِ على أزهارٍ بيضاءَ، يجبُ أن يتلقّى نباتُ البازلّاءِ أليلَ p من كلٍّ من الأبويْنِ. كلُّ فردٍ من الأبناءِ يكونُ له في تزاوجِ $Pp \times Pp$ فرصةُ ٥٠٪ للحصولِ على أيٍّ من الأليلينِ من كلٍّ من الأبويْنِ. إذنْ، يكونُ احتمالُ وراثةِ اثنيْنِ من أليلِ p هو ١/٢ × ١/٢، أي ما يساوي ١/٤، أو ٢٥٪. من السهلِ توقُّعُ صفاتِ نباتاتِ البازلّاءِ، لأنَّ هناك خياريْنِ فقطْ لكلِّ صفةٍ، كصفةِ الأزهارِ البنفسجيَّةِ أو البيضاءِ، والبذورِ المجعَّدةِ أو الملساءِ. انظرِ **الشكلَ ٤**. هل تجدُ خياريْنِ فقط متميِّزيْنِ للونِ الفراءِ؟



الشكلُ ٤ ورِثَتْ هذه القططُ أليلاً واحدًا من أمِّها لكلِّ سمةٍ.

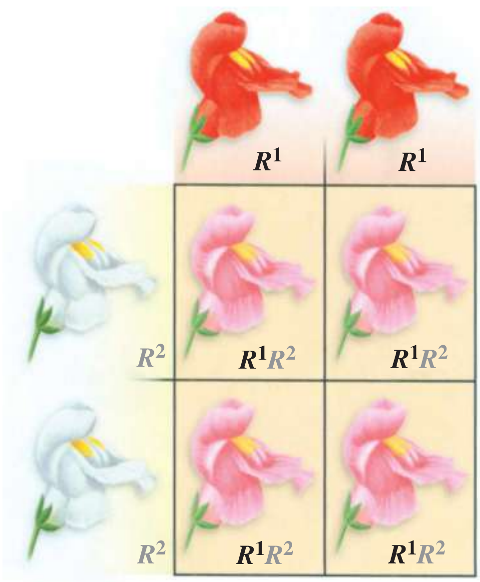
الوراثةُ غيرُ المندليَّةِ

اكتشفْتَ من قبلُ أن الأمورَ غالبًا ما تكونُ أكثرَ تعقيدًا ممّا تبدو للوهلةِ الأولى. لقد اكتشفَ جريجورُ مندلُ المبادئَ الأساسيَّةَ لانتقالِ الجيناتِ من جيلٍ إلى آخرَ. وأظهرَتْ تجاربُ العلماءِ بعدَ مندل أنَّ معظمَ الصفاتِ تخضعُ لآليّاتٍ أُخرى غيرِ آليَّةِ الوراثةِ المندليَّةِ التي تخضعُ لها بعضُ الصفاتِ، ومنها:

السيادةُ غيرُ التامَّةِ

منذُ اكتشافاتِ مندلَ، وجدَ الباحثونَ أنَّه ليسَ دائمًا تكونُ صفةٌ واحدةٌ سائدةً تمامًا على أخرى. بل إنَّ لكلِّ أليلٍ درجةً معيَّنةً من التأثيرِ. هذا ما يُعرفُ بالسيادةِ غيرِ التامَّةِ.

أحدُ أمثلةِ السيادةِ غيرِ التامَّةِ تجدُهُ في زهرةِ حَنَكِ السبعِ. يُظهرُ **الشكلُ ٥** تزاوجًا بينَ زهرةِ حنكِ سبعٍ حمراءَ نقيَّةٍ (R^1R^1) وزهرةِ حنكِ سبعٍ أخرى بيضاءَ نقيَّةٍ (R^2R^2). كلُّ الطرزِ المظهريَّةِ الممكنةِ لأبنائِها ورديَّةُ اللونِ (R^1R^2)، كما ترى، لأنَّ كلاً من أليلَيِ الجينِ يؤثِّرُ في الطرازِ المظهريِّ.



الشكلُ ٥ تزاوجٌ خلطيٌّ لنباتَيْنِ من أزهارِ حنكِ السبعِ نقيَّيِ السلالةِ، يعطي مثالاً جيِّدًا على السيادةِ غيرِ التامَّةِ.

رابطٌ كيمياء

بذورٌ ملساءُ ومجعَّدةٌ

قد تبدو البذورُ الملساءُ أفضلَ، لكنَّ طعمَ البذورِ المجعَّدةِ أحلى. الأليلُ السائدُ لشكلِ البذرةِ، R، يسبِّبُ تحوُّلَ السكَّرِ إلى نَشا (وهو جزيءٌ مخزِّنٌ للسكَّرِ). يجعلُ هذا التحوُّلُ البذرةَ ملساءَ. البذورُ التي لديها الطرازُ الجينيُّ rr لا تصنعُ النشا ولا تخزِّنُه. لأنَّ السكَّرَ لم يتحوَّلْ إلى نَشا، يكونُ طعمُ البذرةِ أحلى. إذا كانَ لديكَ نباتُ بازلّاءَ ذو بذورٍ ملساءَ (Rr)، فمع ماذا تزاوجُهُ لكي تحصُلَ على أبناءٍ ذواتِ بذورٍ مجعَّدةٍ؟ ارسمْ مربَّعَ بانيت يُظهرُ هذا التزاوجَ.

تحقَّقْ

ما السيادةُ غيرُ التامَّةِ؟

الشكلُ ٦ الجينُ الذي أعطى هذا النمرَ فروَهُ الأبيضَ أثَّرَ أيضًا في لونِ عينَيْه.



جينٌ واحدٌ وعدَّةُ صفاتٍ

أحيانًا يؤثِّرُ جينٌ واحدُ في أكثرَ من صفةٍ واحدةٍ. مثالُ هذه الظاهرةِ تجدُهُ في النمرِ الأبيضِ الظاهرِ في **الشكلِ ٦**. الفروُ الأبيضُ سببُه جينٌ واحدٌ، لكنَّ هذا الجينَ يؤثِّرُ في أكثرَ من لونِ الفروِ بمفردِهِ. هل تشاهدُ أيَّ شيءٍ آخرَ غيرَ عاديٍّ عندَ النمرِ؟ إذا نظرْتَ عن كثبٍ، ترى أنّ لدى النمرِ عينَين زرقاوَيْنِ. هنا، الجينُ الذي يتحكَّمُ في لونِ الفروِ أثَّرَ أيضًا في لونِ العينينِ.

عدّةُ جيناتٍ وصفةٌ واحدةٌ

بعضُ الصفاتِ، كلونِ جلدِكَ وشعرِكَ وعينيكَ، هي نتيجةٌ لعدَّةِ جيناتٍ تعملُ معًا. لذلك، يصعبُ أن نعرفَ ما إذا كانَتْ بعضُ الصفاتِ نتيجةً لجينٍ سائدٍ أو متنحٍّ. فهناكَ تراكيبُ مختلفةٌ من الأليلاتِ تتسبَّبُ في ألوانٍ مختلفةٍ للعيونِ، كما هو ظاهرٌ في **الشكلِ ٧**.

أهمّيَّةُ البيئةِ

ليسَتِ الجيناتُ هي المؤثِّرَ الوحيدَ في الصفاتِ. وبالطريقةِ نفسِها، بيئتُكَ أيضًا تؤثِّرُ في كيفيَّةِ نموِّكَ. قد تمكِّنُك جيناتُكَ من أن تنموَ لتصبحَ طويلاً، لكنَّكَ تحتاجُ إلى غذاءٍ صحِّيٍّ لتبلغَ كاملَ طولِكَ المفترضِ.



الشكلُ ٧ يحدِّدُ جينانِ على الأقلِّ ألوانَ عيونِ البشرِ. لذلكَ يمكنُ وجودُ الكثيرِ من التدرُّجاتِ للَّونِ الواحدِ.

مُراجعةُ القسمِ

ملخّصٌ

- تسمّى معلوماتُ صفةٍ موروثةٍ *الجيناتِ*. في السيادةِ التامَّةِ المندليَّةِ لكلِّ جينٍ أليلانِ، كلٌّ منهما موروثٌ من كلٍّ من الأبوينِ. يشكّلُ كلا الأليلينِ الطرازَ الجينيَّ للكائنِ. والطرازُ المظهريُّ هو مظهرُ الكائنِ.
- يُظهرُ مربَّعُ بونيت كلَّ الطرزِ الجينيَّةِ الممكنةِ في الأبناءِ.
- يُستخدمُ الاحتمالُ لوصفِ النتائجِ الممكنةِ في الأبناءِ وأرجحيَّةِ كلِّ ناتجٍ.
- تحدثُ السيادةُ غيرُ التامَّةِ عندما لا يكونُ أليلٌ واحدٌ سائدًا تمامًا على الأليلِ الآخرِ.
- تؤثِّرُ بعضُ الجيناتِ في أكثرَ من صفةٍ واحدةٍ.

مراجعةُ المفرداتِ والمفاهيمِ

١. استخدمْ المفهومَيْنِ التاليينِ في الجملةِ نفسِها: **الجينَ والأليلَ**.

٢. اكتبْ بأسلوبِكَ، تعريفًا لكلٍّ من المفردتَيْنِ التاليتَينِ: الطرازِ الجينيِّ والطرازِ المظهريِّ.

استيعابُ الأفكارِ الرئيسةِ

٣. استخدمْ مربَّعَ بونيت لتحدِّدَ الطرزَ الجينيَّةَ الممكنةَ لأبناءٍ ناتجةٍ من التزاوجِ $BB \times Bb$.

أ. كلُّها BB

ب. BB، Bb

ج. BB، Bb، bb

د. كلُّها bb

٤. ما علاقةُ الجيناتِ والأليلاتِ بالطرازِ الجينيِّ والطرازِ المظهريِّ؟

٥. صفْ ثلاثةَ استثناءاتٍ لملاحظاتِ مندلَ.

مهاراتُ رياضيّاتٍ

٦. عندَ رمي النردِ ٣ مراتٍ، ما احتمالُ الحصولِ على الرقمِ خمسةٍ ٣ مرّاتٍ متتاليةٍ؟

تفكيرٌ ناقدٌ

٧. **تطبيقُ المفاهيمِ**: الأليلُ C، لذقنٍ مشقوقٍ سائدٌ بينَ البشرِ. ما نتائجُ التزاوجِ بينَ أبوَيْنِ لديهما الطرزُ الجينيَّةُ Cc و cc؟

تفسيرُ الأشكالِ التخطيطيَّةِ

يُظهرُ مربَّعُ بونيت التالي أليلاتِ لونِ الفراءِ عندَ الأرانبِ. الفروُ الأسودُ، B، سائدٌ على الفروِ الأبيضِ b.

	؟	؟
؟	Bb	Bb
؟	Bb	Bb



٨. ما الطرزُ الجينيَّةُ للآباءِ في التراكيبِ الظاهرةِ؟

٩. إذا كانَ للفروِ الأسودِ سيادةٌ غيرُ تامَّةٍ على الفروِ الأبيضِ، فكيفَ يكونُ لونُ الأبناءِ؟

القسمُ
3

الانشطار الاختزالي

أين هو موقعُ الجيناتِ، وكيفَ تمرِّرُ المعلوماتِ؟ فهمُ التكاثرِ هو الخطوةُ الأولى لمعرفةِ الإجابةِ.

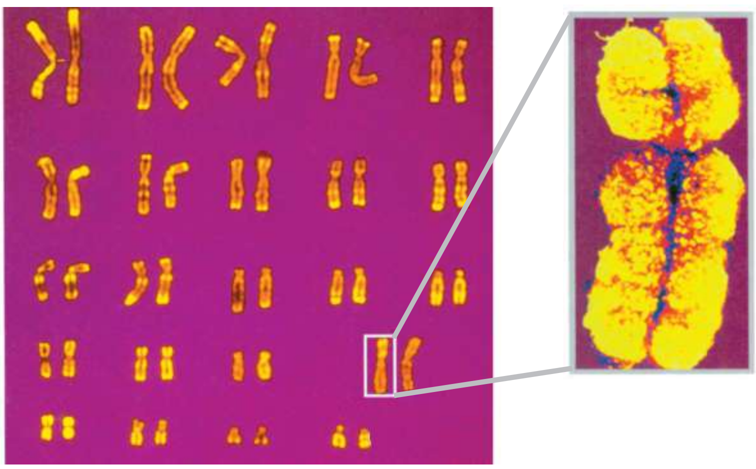
يوجدُ نوعانِ من التكاثرِ: التكاثرُ اللاجنسيُّ والتكاثرُ الجنسيُّ. ينتجُ عن التكاثرِ اللاجنسيِّ أبناءٌ ذاتُ طرُزٍ جينيَّةٍ هي نُسخٌ طبقُ الأصلِ للطرازِ الجينيِّ لآبائِها. يُنتجُ التكاثرُ الجنسيُّ أبناءً تتشاركُ في بعضِ الصفاتِ مع آبائِها، ولكنَّها لا تشبهُ تمامًا أيًّا من الأبوين.

التكاثرُ اللاجنسيُّ

يحتاجُ التكاثرُ اللاجنسيُّ إلى خليَّةٍ أبويَّةٍ واحدةٍ فقط. تُنسخُ التراكيبُ في داخلِ الخليَّةِ، ثمّ تنقسمُ الخليَّةُ الأمُّ منتجةً نسختَينِ طِبقَ الأصلِ. يُسمّى هذا النوعُ من التكاثرِ الخلويِّ الانقسامَ **الخيطي** معظمُ خلايا جسمِكَ ومعظمُ الكائناتِ أُحاديَّةِ الخليَّةِ تتكاثرُ بهذه الطريقةِ.

التكاثرُ الجنسيُّ

في التكاثرِ الجنسيِّ، تتَّحدُ خليَّتانِ جنسيَّتانِ من أبوينِ لتكوِّنا ابنًا يكونُ مختلفًا عن كلا الأبويْنِ. تُسمّى الخلايا الأبويَّةُ خلايا جنسيَّةً. تختلفُ الخلايا الجنسيَّةُ عن خلايا الجسمِ العاديَّةِ. تملكُ خلايا جسمِ الإنسانِ ٤٦ كروموسومًا أو ٢٣ زوجًا من الكروموسوماتِ. في **الشكل ١** تظهرُ مجموعةٌ واحدةٌ من كروموسوماتِ الإنسانِ. الكروموسوماتُ التي تحتوي على المجموعةِ نفسِها من الجيناتِ تُسمى **الكروموسوماتِ المتماثلةِ** Homologous chromosomes. تصوَّرْ زوجًا من أقراطِ الأذنِ، فكلُّ قرطٍ يمثِّلُ كروموسومًا متماثلاً. وزوجُ الأقراطِ يمثِّلُ زوجًا من الكروموسوماتِ المتماثلةِ. إلاّ أنّ الخلايا الجنسيَّةَ في الإنسانِ مختلفةٌ. فالخليَّةُ منها لديها ٢٣ كروموسومًا، وهو نصفُ العددِ المعتادِ. لدى كلِّ خليَّةٍ جنسيَّةٍ كروموسومٌ واحدٌ فقط من كلِّ زوجٍ من الكروموسوماتِ المتماثلةِ. في هذا المثالِ الخليَّةُ الجنسيَّةُ لها فردةُ «قرطٍ» واحدةٌ فقط.



الشكلُ ١ تملكُ خلايا جسمِ الإنسانِ ٢٣ زوجًا من الكروموسوماتِ. ويُظهرُ فردٌ من زوجٍ من الكروموسوماتِ المتماثلةِ في الصورةِ اليُمنى.

مؤشّراتُ الأداءِ

- يقارنُ بينَ الانقسامِ الخيطيِّ والانشطارِ الاختزاليِّ.
- يصفُ كيفَ تحدِّدُ الكروموسوماتُ الجنسَ.
- يفسِّرُ حدوثَ الاختلالاتِ المرتبطةِ بالجنسِ غالبًا في جنسٍ واحدٍ أكثرَ مما في الجنسِ الآخرِ.
- يشرحُ سجلَّ النسبِ.

المفرداتُ والمفاهيمُ

الكروموسوماتُ المتماثلةُ
الانشطارُ الاختزاليّ
كروموسومُ الجنسِ
سجلُّ النسبِ

استراتيجيَّةُ القراءةِ

منظِّمُ القراءةِ: وأنتَ تقرأ هذا القسمَ، أعِدَّ لوحةً تدفقيَّةً لخطواتِ الانشطارِ الاختزاليِّ.

الكروموسوماتُ المتماثلةُ: الكروموسوماتُ التي لديها تسلسلُ الجيناتِ نفسُهُ والتركيبُ نفسُهُ.

الانشطارُ الاختزاليّ: عمليَّةٌ في الانقسامِ الخلويِّ ينقصُ في أثنائِها عددُ الكروموسوماتِ إلى نصفِ العددِ الأصليِّ عبرَ انقسامَينِ للنواةِ، وهو ما ينتُجُ عنه الخلايا الجنسيَّةُ.

الانشطار الاختزالي

تُنتجُ الخلايا الجنسيَّةُ في أثناءِ الانشطارِ الاختزالي. **الانشطارُ الاختزاليُ** Meiosis هو عمليَّةُ نسخٍ تُنتجُ خلايا لديها نصفُ العددِ المعتادِ من الكروموسومات، حيثُ تتلقّى كلُّ خليَّةٍ جنسيَّةٍ نصفَ كلٍّ من الأزواجِ المتماثلةِ من الكروموسومات. في خليَّةِ بويضةِ المرأةِ، مثلاً، ٢٣ كروموسومًا. وفي خليَّةِ الحيوانِ المنويِّ للرجلِ ٢٣ كروموسومًا. الخليَّةُ الجديدةُ التي تتكوَّنُ من اتّحادِ خليَّةِ البيضةِ وخليَّةِ الحيوانِ المنويِّ يكونُ فيها ٤٦ كروموسومًا.

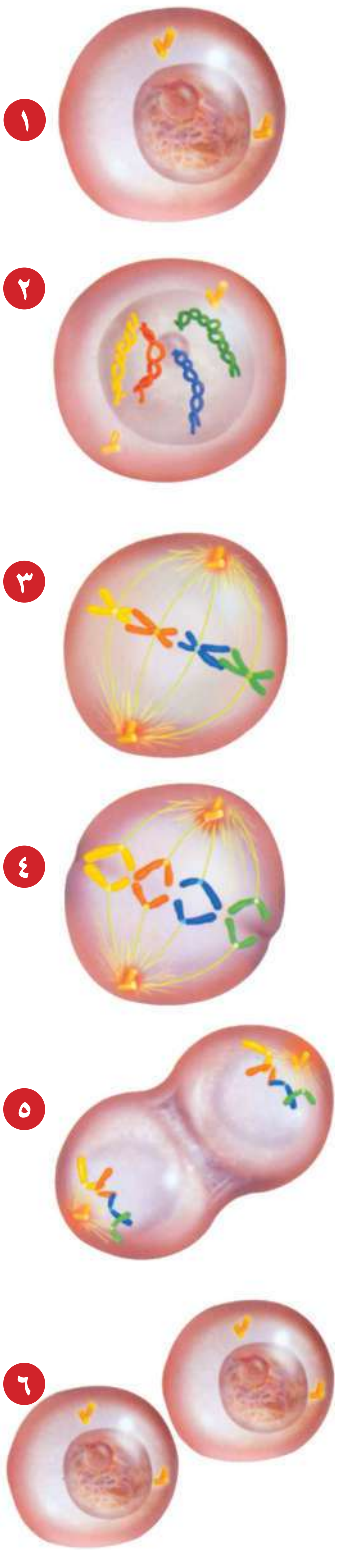
الجيناتُ والكروموسومات

ما علاقةُ كلِّ هذا بموقعِ الجينات؟ لم يمرَّ وقتٌ طويلٌ على اكتشافِ عملِ مندل، حتى قامَ طالبُ دراساتٍ عليا اسمُهُ ولتر ساتن Walter Sutton بملاحظةٍ مهمَّةٍ. كانَ ساتن يدرسُ خلايا الحيواناتِ المنويَّةِ عند الجراد. وقد تعرَّفَ دراساتِ مندلَ التي بيَّنَتْ أن كلاًّ من خليَّةِ البُوَيْضةِ والحيوانِ المنويِّ يساهمُ بمقدارٍ متساوٍ من المعلوماتِ في الأبناء. كانَتْ تلك هي الطريقةَ الوحيدةَ التي يمكنُها تفسيرُ نسبةِ ٣:١ في الجيلِ الثاني. عرفَ ساتن أيضًا من دراساتِهِ الخاصَّةِ أنَّ خليَّةَ البيضةِ والحيوانَ المنويَّ لديهما، بالرغْمِ من اختلافهما، شيءٌ مشتركٌ هو الآتي: تقعُ كروموسوماتُ كلٍّ منهما داخلَ نواة. فاستخدمَ ملاحظاتِهِ على الانشطارِ الاختزالي، وفهمَهُ لعملِ مندل وتفكيرَه المبدع، ليقترحَ أمرًا مهمًا جدًّا هو الآتي:

تقعُ الجيناتُ على الكروموسومات!

كانَ فهمُ الانشطارِ الاختزالي حاسمًا في تحديدِ موقعِ الجينات. فقبلَ أن تدرسَ الانشطارَ الاختزالي، راجعِ الانقسامَ الخيطيَّ، الظاهرَ في **الشكلِ ٢**. الانشطارُ الاختزالي ملخَّصٌ في **الشكلِ ٣** على الصفحتَين التاليتَين.

الشكلُ ٢ الانقسامُ الخيطيّ



الطور البيني

١ يتمُّ نسخُ كلِّ كروموسومٍ.

الطور التمهيدي

٢ تزيدُ الكروموسوماتُ سمكًا وقصرًا. يتألَّفُ كلُّ كروموسومٍ من نسختَينِ متماثلتَين، تُسمّيان كروماتيدَيْن.

الطور الاستوائي

٣ يتحلَّلُ الغشاءُ النوويُّ وتصطفُّ الكروموسوماتُ فرادى على طولِ خطِّ استواءِ (مركزِ) الخَليَّة.

الطور الانفصالي

٤ تنفصلُ الكروماتيداتُ بعضُها عن بعضٍ.

الطور النهائي

٥ يتشكَّلُ غشاءٌ نوويٌّ حولَ الكروماتيداتِ المنفصلةِ (الكروموسومات). وينقسمُ السايتوبلازم.

الانقسام السايتوبلازمي

٦ النتيجةُ نسختانِ متماثلتانِ للخليَّةِ الأصليَّةِ (الأمِّ).

تحقَّقْ

كم كروموسومًا في خليَّةِ بيضةِ المرأة؟

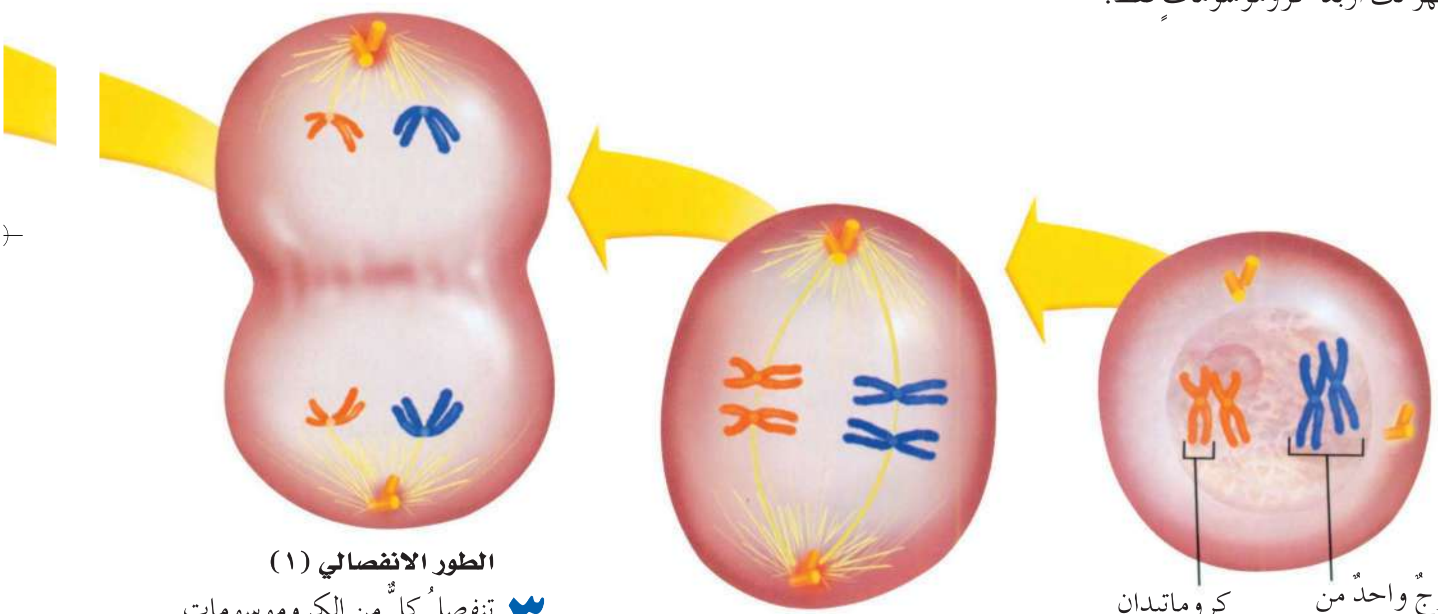
خطواتُ الانشطارِ الاختزالي

في أثناءِ الانقسامِ الخيطي، تُنسخُ الكروموسوماتُ مرَّةً واحدةً، ثمّ تنقسمُ النواةُ والسايتوبلازم مرَّةً واحدةً. لكن في أثناءِ الانشطارِ الاختزالي، تُنسخُ الكروموسوماتُ مرَّةً واحدةً، ثمّ تنقسمُ النواةُ مرَّتين. فيصبحُ لدى الحيوانِ المنويِّ أو خليَّةِ البيضةِ الناتجَيْنِ نصفُ عددِ الكروموسوماتِ التي في خلايا الجسمِ العاديَّة. يُظهرُ **الشكلُ ٣** خطواتِ الانشطارِ الاختزالي الثماني.

تحقَّقْ
كم خليَّةً يَنتجُ من الخليَّةِ الأمِّ الواحدةِ في أثناءِ الانشطارِ الاختزالي؟

الشكلُ ٣ خطواتُ الانشطارِ الاختزاليّ

اقرأْ عن كلِّ خطوةٍ عندمَا تنظرُ إلى الشكلِ. يوجدُ في الأنواعِ المختلفةِ من الكائناتِ الحيَّةِ أعدادٌ مختلفةٌ من الكروموسوماتِ. في الشكلِ التخطيطيِّ تظهرُ لكَ أربعةُ كروموسوماتٍ فقط.



الطور التمهيدي (١)

١ قبل أن يبدأَ **الانشطارُ الاختزاليُّ** تكونُ الكروموسوماتُ في شكلٍ شبهِ خيطي. يَصنعُ كلُّ كروموسومٍ نسخةً طبقَ الأصلِ عن نفسه، مشكّلًا نصفين يسمّيان **كروماتيدَيْن (كروموسومَيْن بنويَّيْن)**. ثم تغلظُ الكروموسوماتُ وتقصرُ إلى أن يصبحَ شكلُها مرئيًّا تحتَ المجهرِ. ويختفي الغشاءُ النوويُّ.

الطور الاستوائي (١)

٢ يتكوَّنُ كلُّ كروموسومٍ الآنَ من كروماتيدَيْنِ اثنينِ متماثلَين. كلُّ كروموسومَينِ متماثلَينِ يقترنانِ معًا، وتصطفُّ الكروموسوماتُ المتماثلةُ زوجيًا على خطِّ استواءِ الخليَّةِ.

الطور الانفصالي (١)

٣ تنفصلُ كلٌّ من الكروموسوماتِ المتماثلة وتنتقلُ إلى الأطرافِ المتقابلةِ.

الطور النهائي (١)

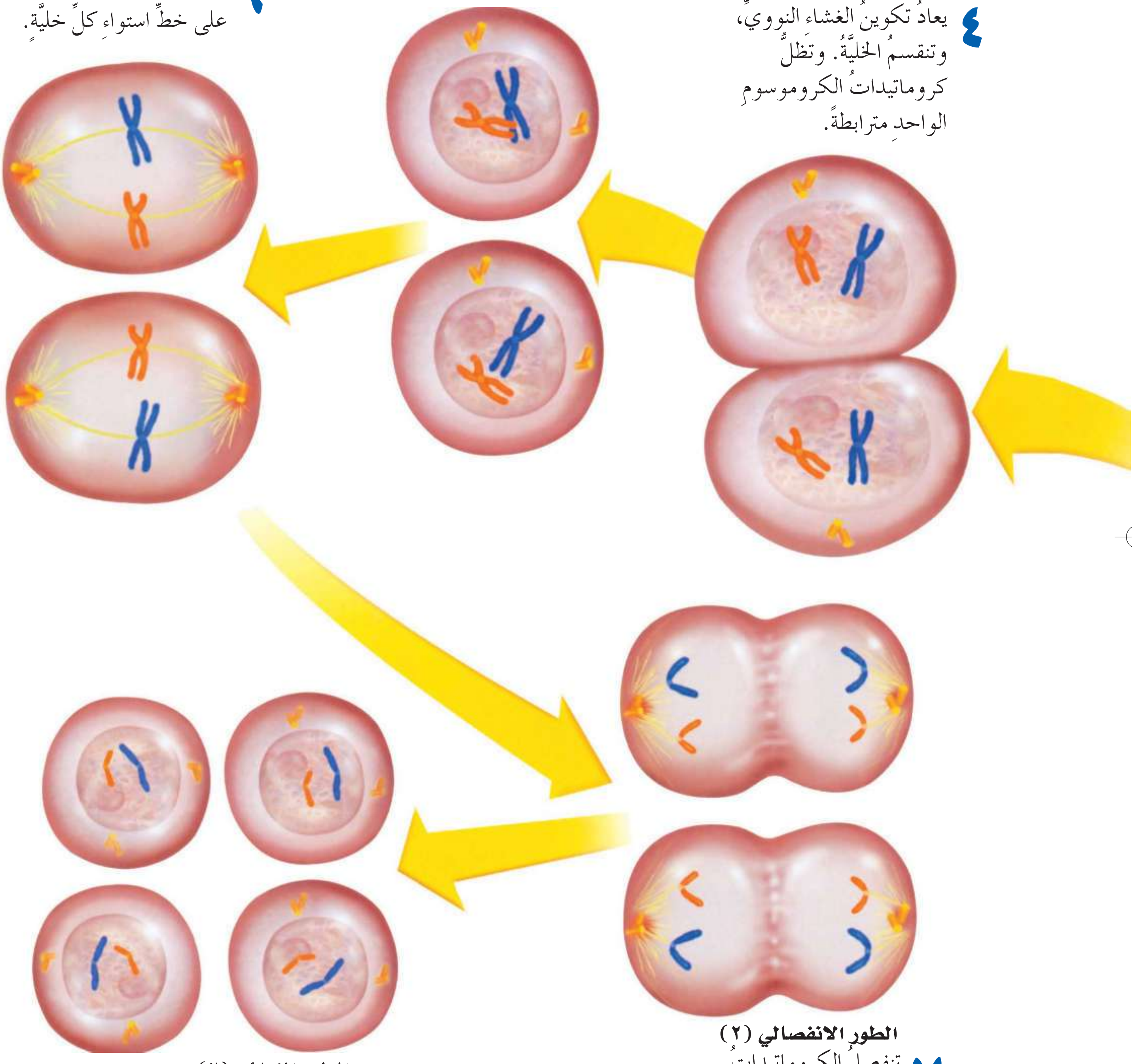
٤ يعادُ تكوينُ الغشاءِ النوويِّ، وتنقسمُ الخليَّةُ. وتَظلُّ كروماتيدات الكروموسومِ الواحدِ مترابطةً.

الطور التمهيدي (٢)

٥ تشتملُ كلُّ خليَّةٍ على كروموسومٍ واحدٍ من كلِّ زوجٍ من الكروموسومات المتماثلة. لا تُنسخُ الكروموسَوماتُ مَرَّةً ثانيةً بينَ الانقسامَيْنِ الخلويَّيْنِ.

الطور الاستوائي (٢)

٦ تصطفُّ الكروموسوماتُ فرادى على خطِّ استواءِ كلِّ خليَّةٍ.



الطور الانفصالي (٢)

٧ تنفصلُ الكروماتيداتُ (الكروموسوماتُ البنويَّةُ) وتتباعدُ إلى الأطرافِ المتقابلةِ من الخليَّةِ. يتكوَّنُ الغشاءُ النوويُّ حولَ الكروموسوماتِ المنفصلةِ وتنقسمُ الخليَّتانِ.

الطور النهائي (٢)

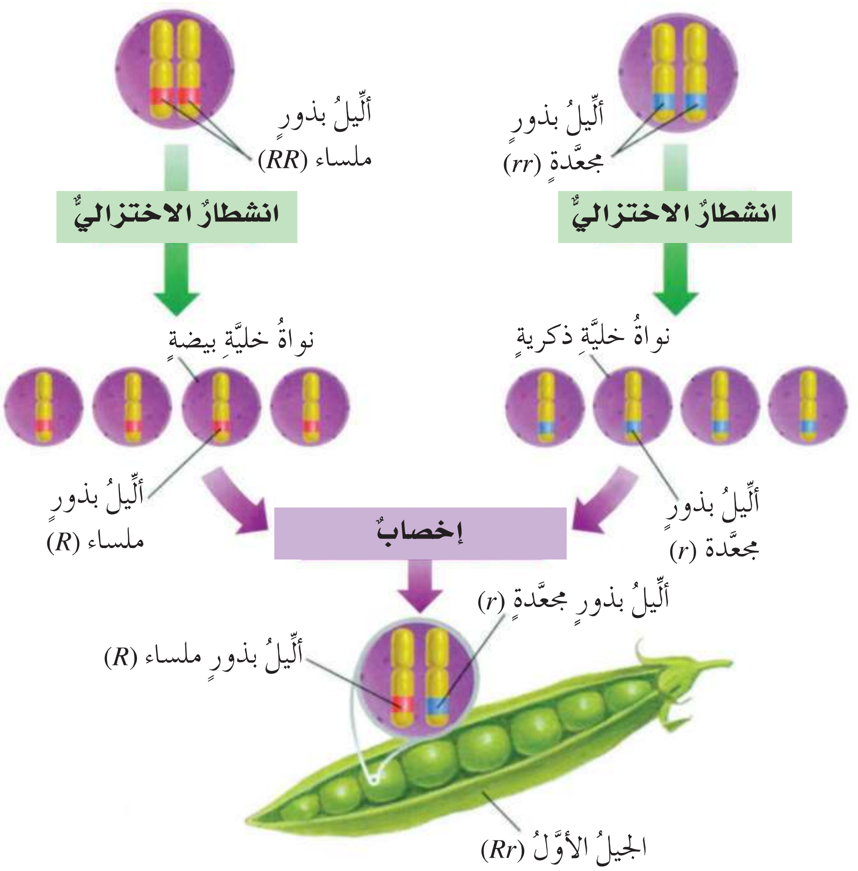
٨ النتيجةُ: تكوَّنتْ أربعُ خلايا جديدة من الخليَّةِ الأصليَّةِ الواحدة. وفي كلِّ خليَّةٍ جديدةٍ نصفُ عددِ الكروموسوماتِ الموجودةِ في الخليَّةِ الأصليَّةِ (الامِّ).

الانشطارُ الاختزاليُّ ومندلُ

استخلصَ ولترُ ساتنُ أنّ خطواتِ الانشطارِ الاختزاليِّ تفسِّرُ نتائجَ مندل. يَظهرُ في **الشكلِ ٤** ما يحدثُ لزوجٍ من الكروموسوماتِ المتماثلةِ في أثناءِ الانشطارِ الاختزاليِّ والإخصابِ. التزاوجُ الظاهرُ هو بينَ نباتٍ نقيِّ السلالةِ لبذورٍ ملساءَ ونباتٍ نقيِّ السلالةِ لبذورٍ مجعَّدةٍ.

كلُّ خليَّةٍ بيضةٍ مخصَّبةٍ في الجيلِ الأوَّلِ فيها أليلٌ واحدٌ سائدٌ وأليلٌ واحدٌ مُتنحٍّ لشكلِ البذرةِ. كانَ هناك طرازٌ جينيٌّ واحدٌ ممكنٌ، لأنّ كلَّ الخلايا الذكريَّةِ، التي كوّنَها التركيبُ الذكريُّ في أثناءِ الانشطارِ الاختزاليِّ، فيها أليلٌ للبذرةِ المجعَّدةِ، ولأنَّ كلَّ خلايا البيضِ فيها أليلٌ للبذرةِ الملساءِ. وقد ساعدَ الانقسامُ المنصِّفُ أيضًا على تفسيرِ صفاتٍ أُخرى موروثةٍ.

الشكلُ ٤ الانشطارُ الاختزاليُّ والسيادةُ



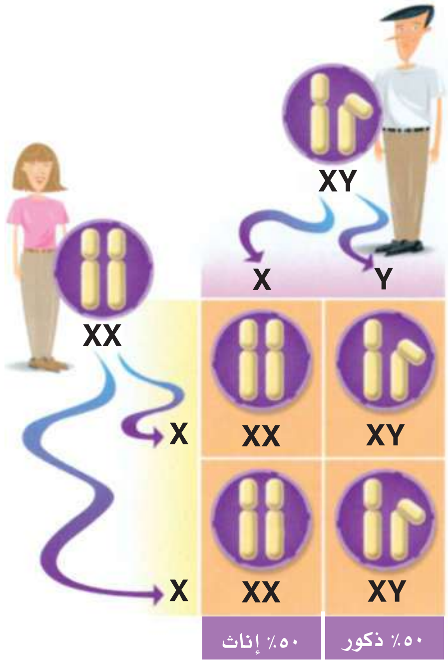
أ بعدَ **الانشطارِ الاختزاليِّ**، صارَ في كلِّ خليَّةٍ ذكريَّةٍ أليلٌ متنحٍّ لبذورٍ مجعَّدةٍ، وفي كلِّ خليَّةٍ بيضةٍ أليلٌ سائدٌ لبذورٍ ملساءَ.

ب **إخصابُ** أيِّ خليَّةٍ بيضةٍ بوساطةِ أيِّ خليَّةٍ ذكريَّةٍ ينتجُ الطرازَ الجينيَّ نفسَهُ (Rr) والطرازَ المظهريَّ نفسَه (أملس)، هذه النتيجةُ مطابقةٌ تمامًا لما وجدَه مندلُ في دراساتِه.

الكروموسوماتُ الجنسيَّةُ

تحدِّدُ المعلوماتُ التي تحتوي عليها الكروموسوماتُ الكثيرَ من سماتِنا. تحملُ **الكروموسوماتُ الجنسيَّةُ** Sex chromosomes جيناتٍ تحدِّدُ الجنسَ. عندَ الإنسانِ، يكونُ لدى الإناثِ كروموسومانِ X. بينمَا يكونُ عندَ الذكورِ كروموسومٌ X واحدٌ وكروموسومٌ Y واحدٌ.

في أثناءِ الانشطارِ الاختزاليِّ، ينتقلُ كروموسومٌ من كلِّ زوجِ كروموسوماتٍ إلى خليَّةٍ جنسيَّةٍ. عندَ الإناثِ كروموسومانِ X في كلِّ خليَّةٍ جسميَّةٍ. وعندَما يُنتِجُ الانشطارُ الاختزاليُّ البيوضَ، ينتقلُ إلى كلِّ بيضةٍ كروموسومٌ X واحدٌ. عندَ الذكورِ كروموسومٌ X وكروموسومٌ Y في كلِّ خليَّةٍ جسميَّةٍ. وعندَما يُنتِجُ الانشطارُ الاختزاليُّ حيوانًا منويًّا يكونُ لديه إمّا كروموسومٌ X وإمّا كروموسومٌ Y. البيضةُ التي يُخَصِّبُها حيوانٌ منويٌّ يحتوي على كروموسومِ X، تُنتِجُ أنثى. أمّا إذا احتوى الحيوانُ المنويُّ على كروموسومِ Y، فستكونُ النتيجةُ ذكرًا، كما يظهرُ في **الشكل ٥**.



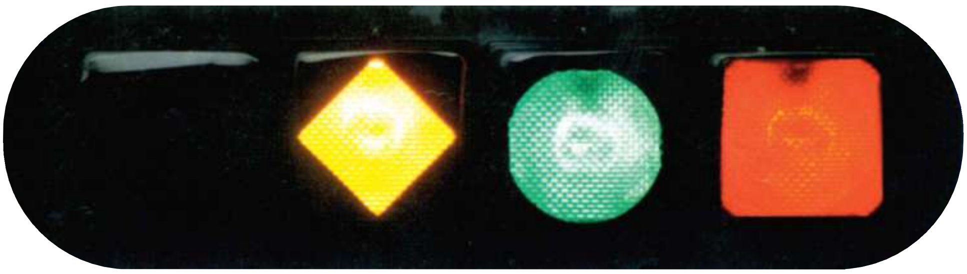
الشكلُ ٥ تتَّحدُ البيضةُ والحيوانُ المنويُّ لتكوينِ التركيبِ من XX أو التركيبِ من XY.

الكروموسومُ الجنسيُّ: واحدٌ من زوجِ الكروموسوماتِ الذي يحدِّدُ جنسَ الفردِ.

الاختلالاتُ المرتبطةُ بالجنسِ

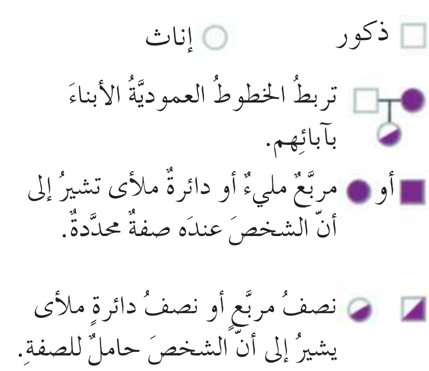
لا يحملُ الكروموسومُ Y كلَّ جيناتِ الكروموسومِ X. عندَ الإناثِ كروموسومانِ X، لذلك يحملانِ نسختَيْنِ لكلِّ جينٍ موجودٍ على الكروموسومِ X. هذا يؤمِّنُ نسخةَ جينٍ إضافيَّةً تعملُ إذا عُطِبَ أحدُ الجينَيْنِ. وعندَ الذكورِ نسخةٌ واحدةٌ فقط لكلِّ جينٍ على الكروموسومِ X الوحيدِ. الجيناتُ المسؤولةُ عن اختلالاتٍ معيَّنةٍ، كعمى الألوانِ، يحملُها كروموسومٌ X. وتُسمَّى هذه الاختلالاتُ **اختلالاتٍ مرتبطةً بالجنسِ**. وبما أن الجينَ لمثلِ هذه الاختلالاتِ غالبًا ما يكونُ متنحِّيًا، يكونُ الرجالُ أكثرَ عرضةً لوجودِ اختلالاتٍ مرتبطةٍ بالجنسِ.

يُعاني المصابونَ بعمى الألوانِ صعوبةً في التمييزِ بين اللونَيْنِ الأحمرِ والأخضرِ. لمساعدتِهم، أضافَتْ بعضُ المدنِ أشكالاً إلى إشاراتِ المرورِ، كما يظهرُ في **الشكل ٦** ويُعتبرُ مرضُ نزفِ الدمِ اختلالاً آخرَ مرتبطًا بالجنسِ. يمنعُ الدمَ من أن يتخثَّرَ، فينزفُ المصابونَ بالمرضِ لمدةٍ طويلةٍ، بسببِ جروحٍ صغيرةٍ. وقد يكونُ مرضُ نزفِ الدمِ خللاً مميتًا.



الشكلُ ٦ إشارةُ المرورِ في كندا مصمَّمةٌ لتساعدَ المصابينَ بعمى الألوانِ على تمييزِ الإشاراتِ بسهولةٍ.

الشكلُ ٧ سجلُ النسبِ لمرضٍ متنحٍّ



الاستشارةُ الوراثيَّةُ

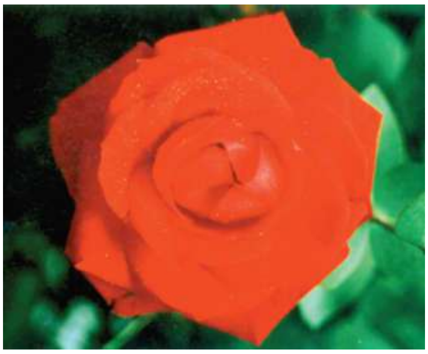
الاختلالاتُ الوراثيَّةُ مثلُ مرضِ نزفِ الدمِ وسواهُ، يمكنُ تعقُّبُها عبرَ شجرةِ العائلةِ. إذا كانَ الناسُ قلقينَ من أنَّهم قد يورِّثونَ أولادَهم اختلالاتٍ وراثيَّةً، فقد يلجؤونَ إلى مستشارٍ وراثيٍّ. غالبًا ما يستفيدُ هؤلاءِ المستشارونَ من شكلٍ تخطيطيٍّ مثلِ **سجلِّ النسبِ** Pedigree، وهو أداةٌ لاقتفاءِ صفةٍ عبرَ أجيالِ العائلةِ. بوساطةِ رسمٍ لسجلِّ النسبِ، غالبًا ما يستطيعُ المستشارُ أن يتوقَّعَ ما إذا كانَ الشخصُ يحملُ مرضًا وراثيًّا أم لا. سجلُّ النسبِ الظاهرُ في **الشكل ٧** يتابعُ مرضًا وراثيًّا يسمّى التليُّفَ الكيسيَّ. يسبِّبُ مرضُ التليُّفِ الكيسيِّ مشكلاتٍ رئويَّةً خطرةً. الناسُ المصابونَ بهذا المرضِ ورثوا أليلَينِ متنحِّيَيْنِ. يقتضي ظهورُ المرضِ في أطفالِهم أن يكونَ الأبوانِ كلاهما حاملَيْنِ لجينِ المرضِ.

تُرسَمُ سجلّاتُ النسبِ لاقتفاءِ أثرِ أيِّ صفةٍ عبرَ شجرةِ العائلةِ. يمكنُكَ حتّى أن ترسُمَ سجلَّ نسبٍ يُظهرُ كيف ورثْتَ لونَ شعرِكَ. يمكنُ رسمُ الكثيرِ من سجلّاتِ النسبِ المختلفةِ لأيِّ عائلةٍ.

سجلُّ النسَبِ: شكلٌ تخطيطيٌّ يعرضُ وجودَ صفةٍ وراثيَّةٍ لعائلةٍ في عدَّةِ أجيالٍ.

الانتخابُ الصناعيُّ

منذُ آلافِ السنينَ، عاينَ الناسُ فوائدَ الانتخابِ الصناعيِّ للنباتاتِ والحيواناتِ. في **الانتخابِ الصناعيِّ**، يُجرى التزاوجُ بينَ كائناتٍ ذاتِ صفاتٍ مرغوبةٍ. من المحتملِ أن تكونَ قد استفدْتَ من فوائدِ الانتخابِ الصناعيِّ بالرغمِ من أنك قد لا تنتبهُ إلى ذلك. فلعلَّكَ مثلاً، أكلْتَ بيضةً من دجاجةٍ تمَّ انتخابُها صناعيًّا لتُنتجَ بيضًا أكثرَ. وقد يكونُ في منزلِك حيوانٌ أليفٌ نتيجةَ انتخابٍ صناعيٍّ. الورودُ، كهذه الظاهرةِ في **الشكل ٨**، تمَّ إنتاجُها صناعيًّا لتنتجَ أزهارًا كبيرةً. الورودُ البريَّةُ أصغرُ جدًّا، وفيها بتلاتٌ أقلُّ مما في الورودِ التي يمكنُكَ شراؤُها من أحدِ المشاتلِ.



الشكلُ ٨ تمَّ إنتاجُ الورودِ صناعيًّا لإنتاجِ أزهارٍ كبيرةٍ لامعةٍ.

مُراجعةُ القسمِ

ملخَّصٌ

- في الانقسام الخيطي، تُنسخُ الكروموسوماتُ مرَّةً واحدةً، ثمَّ تنقسمُ النواةُ مرَّةً واحدةً. في الانشطار الاختزالي، تُنسخُ الكروموسوماتُ مرَّةً واحدةً، ثمَّ تنقسمُ النواةُ مرَّتَين.
- تُنتِجُ عمليَّةُ الانشطار الاختزالي خلايا جنسيَّةً فيها نصفُ عدد الكروموسومات. حيث تتَّحدُ خليَّتان جنسيَّتان في أثناء التكاثر.
- عندَ الإنسان، يكونُ في الأنثى كروموسومان X. إذنْ تحتوي كلُّ بَيضةٍ على كروموسومٍ X واحدٍ. ويكونُ في الذكر كروموسومٌ X وكروموسومٌ Y. إذنْ يحتوي كلُّ حيوانٍ منويٍّ إما على كروموسوم X وإمّا على كروموسوم Y.
- الاختلالاتُ المرتبطةُ بالجنس تحدثُ في الذكور أكثرَ مما تحدثُ في الإناث. عمى الألوان ومرضُ نزف الدم، من الأمثلة على الاختلالاتِ المرتبطة بالجنس.
- سجلُّ النسب شكلٌ تخطيطيٌّ مفيدٌ لاقتفاء أثر صفةٍ عبرَ الكثيرِ من الأجيال في عائلة معيَّنة.

مراجعةُ المفرداتِ والمفاهيمِ

١. استخدمْ كلاًّ من المفهومَين التاليَين في جملة واحدة: **الانشطارِ الاختزالي، الكروموسوماتِ الجنسيةِ.**

اخترْ من المفردات والمفاهيمِ التاليةِ لتصحِّحَ ما تحتَه خطٌّ في جمَلِ الأسئلةِ ٢–٤.

سجلُّ النسبِ   كروموسوماتٌ متماثلةٌ

الانشطارُ الاختزاليُّ   الانقسامُ الخيطيُّ

٢. في أثناءِ الإخصابِ، تستعيدُ الكروموسوماتُ الحالةَ الزوجيَّةَ ثم تنقسمُ النواةُ مرَّتين.

٣. يُستخدمُ مربَّعُ بونيت ليظهرَ كيفَ تنتقلُ الصفةُ الوراثيَّةُ عبرَ أفرادِ العائلةِ.

٤. في أثناءِ الانشطارِ الاختزالي تصطفُّ الخلايا الجنسيَّةُ في منتصفِ الخليَّةِ.

استيعابُ الأفكارِ الرئيسةِ

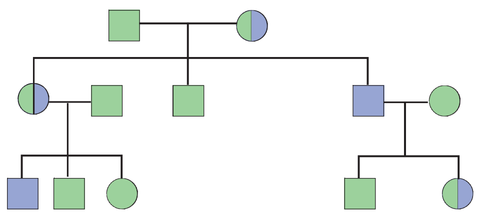
٥. توجدُ الجيناتُ على:
أ. الكروموسوماتِ.
ب. البروتيناتِ.
ج. الأليلِ.
د. الخلايا الجنسيَّةِ.

٦. إذا كانَ عددُ الكروموسوماتِ في خلايا نباتِ بازلّاءَ ١٤، فكم يكونُ عددُ الكروموسوماتِ الموجودةِ في خليَّةٍ جنسيَّةٍ من نباتِ بازلّاءَ؟

٧. ارسمِ الخطواتِ الثمانيَ للانشطارِ الاختزاليِّ. عيِّنْ كروموسومًا واحدًا، وأظهرْ موقعَه في كلِّ خطوةٍ.

تفسيرُ الأشكالِ التخطيطيَّةِ

استخدمْ سجلَّ النسبِ هذا لتجيبَ عن السؤالِ اللاحقِ.



٨. هل هذا الاختلالُ مرتبطٌ بالجنسِ أم لا؟ وضِّحْ إجابتَكَ.

تفكيرٌ ناقدٌ

٩. **تحديدُ العلاقاتِ**: رتِّبِ المفرداتِ التاليةَ من الأصغرِ إلى الأكبرِ: الكروموسوم، الجين، الخليَّة.

١٠. **تطبيقُ المفاهيمِ**: لدى نباتِ بازلّاءَ أزهارٌ بنفسجيَّةٌ. ما أليلاتُ لونِ الزهرةِ المحتملةِ التي تحتوي عليها الخلايا الجنسيَّةُ الناتجةُ منه؟

مُراجَعَةُ الْفَصلِ



مراجعة المُفردات والمفاهيم

وضِّح المقصودَ بكلٍّ من المفرداتِ والمفاهيمِ التاليةِ:

١. الخلايا الجنسيَّةُ

٢. الكروموسوماتُ الجنسيَّةُ

٣. الطرازُ المظهريُّ

٤. الطرازُ الجينيُّ

٥. الأليلاتُ

٦. الانشطارُ الاختزاليّ

استيعابُ الأفكارِ الرئيسةِ

اختيارٌ من متعدِّدٍ

٧. تحملُ الجيناتُ المعلوماتِ التي تحدِّدُ:
أ. الأليلاتِ.
ب. الرايبوسوماتِ.
ج. الكروموسوماتِ.
د. الصفاتِ.

٨. العمليَّةُ التي تُنتجُ الخلايا الجنسيَّةَ هي:
أ. الانقسامُ الخيطي.
ب. الوراثةُ.
ج. الانشطارُ الاختزاليّ
د. الاحتمالُ.

٩. انتقالُ الصفاتِ من الآباءِ إلى الأبناءِ يسمّى:
أ. الاحتمالَ.
ب. الوراثةَ.
ج. المتنحيَّةَ.
د. الانشطارَ الاختزاليّ.

١٠. إذا زاوجْتَ زهرةً بيضاءَ ذاتَ طرازٍ جينيٍّ *pp* مع زهرةٍ بنفسجيَّةٍ ذاتِ طرازٍ جينيٍّ *PP*، تكونُ الطرزُ الجينيَّةُ المحتملةُ في الأبناءِ:
أ. *PP* و *pp*
ب. كلُّها *Pp*.
ج. كلُّها *PP*.
د. كلُّها *pp*.

١١. كيف تكونُ الطرزُ المظهريَّةُ في التزاوجِ المذكورِ في السؤالِ ١٠؟
أ. كلُّها بيضاءُ.
ب. ٣ بنفسجيَّةٌ و ١ بيضاءُ.
ج. كلُّها بنفسجيَّةٌ.
د. نصفُها أبيضُ ونصفُها بنفسجيٌّ.

١٢. في الانشطارِ الاختزاليّ:
أ. تُنسَخُ الكروموسوماتُ مرَّتين.
ب. تنقسمُ النواةُ مرَّةً واحدةً.
ج. تُنتَجُ أربعُ خلايا من خليَّةٍ واحدةٍ.
د. تُنتَجُ خليَّتان من خليَّةٍ واحدةٍ.

١٣. تُسمى الحالةُ التي لا تكونُ فيها صفةٌ واحدةٌ سائدةً تمامًا على أخرى:
أ. صفةً متنحِّيةً.
ب. سيادةً غيرَ تامَّةٍ.
ج. عواملَ بيئيَّةً.
د. سيادةً تامَّةً.

إجابةٌ قصيرةٌ

١٤. ما الكروموسوماتُ الجنسيَّةُ في الإناثِ؟ ما هي في الذكورِ؟

١٥. عرِّفْ بأسلوبِكَ الصفةَ المتنحِّيةَ، مستخدمًا جملةً أو جملتَيْن.

١٦. فيمَ تختلفُ الخلايا الجنسيَّةُ عن خلايا الجسمِ الأخرى؟

١٧. ما الاختلالُ المرتبطُ بالجنسِ؟ أعطِ مثالاً واحدًا على اختلالٍ مرتبطٍ بالجنسِ في الإنسانِ.

تفكيرٌ ناقدٌ

١٨. **خريطةُ المفاهيم:** استخدمِ المفرداتِ التاليةَ لوضعِ خريطةِ مفاهيمَ: الانشطار الاختزالي، البيض، انقسامَ الخليَّةِ، الكروموسومَ X، الانقسامَ الخيطي، الكروموسومَ Y، الحيوانَ المنويَّ، الخلايا الجنسيَّةَ.

١٩. **تحديدُ العلاقاتِ:** إذا كنْتَ تحملُ أليلاً واحدًا لاختلالٍ متنحٍّ معيَّن، فكيف يمكنُ للاستشارةِ الوراثيَّةِ أن تُساعدَك على التحضيرِ للمستقبل؟

٢٠. **تطبيقُ المفاهيم:** إذا كانَ لطفلٍ شعرٌ أشقرُ ولأبويهِ شعرٌ بنِّيٌّ، فماذا يُخبرُكَ هذا عن أليلِ الشعرِ الأشقرِ؟ وضِّحْ ذلك.

٢١. **تطبيقُ المفاهيم:** ما الطرازُ الجينيُّ لنباتِ البازلّاءِ النقيِّ السلالةِ ذي الأزهارِ البنفسجيَّةِ؟

تفسيرُ الأشكالِ التخطيطيَّةِ

استخدمْ مربَّعَ بونيت التاليَ للإجابةِ عن الأسئلةِ اللاحقةِ.

	؟	؟
T	*TT*	*TT*
t	*Tt*	*Tt*

٢٢. ما الطرازُ الجينيُّ المجهولُ للأليلات؟

٢٣. إذا سُمِحَ لكلِّ الأبناءِ بالتلقيحِ الذاتيِّ، فما الطرزُ الجينيَّةُ الممكنةُ في الجيلِ التالي؟

٢٤. ما الاحتمالُ لكلِّ طرازٍ جينيٍّ في السؤالِ ٢٣؟



الفصل

٢ تنظيمُ الجسمِ وتركيبُه

الفكرةُ الرئيسةُ

يتألَّفُ جسمُ الإنسانِ من أجهزةٍ رئيسةٍ مختلفةِ الوظائفِ، لكنَّ الأجهزةَ كلَّها تعملُ معًا للحفاظِ على اتّزانِ الجسمِ الداخليِّ.

القسمُ

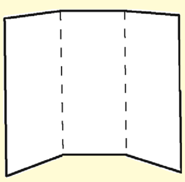
حولَ الصورةِ

هؤلاءِ الأبطالُ المشاركونَ في السباقِ، إنّما هم أعضاءٌ في نادي شَـلاوه لذوي الاحتياجاتِ الخاصةِ. وبالرّغمِ من إعاقتِهم الجسديَّةِ، فإنهَّم، بفضلِ إصرارِهم وإيمانِهم وعزيمتِهم، تمكّنوا من تجاوزِ ما اعترضَهُم من صعابٍ ومضوا إلى البطولةِ.



نشاطٌ تمهيديٌّ

ملف الملاحظات **جدولٌ ثلاثيُّ اللوحاتِ:** قبلَ البدءِ بقراءةِ الفصلِ، قمْ بإعدادِ **الجدْولِ ثلاثيِّ اللوحاتِ** الموصوفِ ضمنَ قسمِ **مهاراتِ الدراسةِ** المدرجِ في ملحقِ الكتابِ. عَنونْ طيّاتِ الملفِّ بالعناوينِ التاليةِ: «أجهزةُ الجسمِ»، «تركيبُ الجهازِ الغطائيِّ»، «وظائفُ الجهازِ الغِطائيِّ». اكتبْ ما تعرفُه عن كلِّ موضوعٍ على الطيَّةِ المناسبةِ. ثم أضفْ، وأنتَ تقرأُ الفصلَ، معلوماتٍ أُخرى تتعلَّمُها.





نشاطٌ استهلاليٌّ

برودةٌ غيرُ مريحةٍ

يرسلُ جهازُكَ العصبيُّ إليكَ رسائلَ عن جسمِكَ. مثلاً: إذا داسَ شخصٌ على إصبعِ قدمِكَ، يرسلُ إليكَ جهازُكَ العصبيُّ رسالةً. الألمُ الذي تشعرُ به رسالةٌ تخبرُكَ بوجوبِ تحريكِ إصبعِ قدمِكَ إلى مكانٍ آمنٍ. جرِّبْ هذا التمرينَ لتراقبَ كيف يعملُ جهازُكَ العصبيُّ.

الخُطواتُ

١. احملْ **بضعَ قطعٍ من الثلجِ** في يدٍ واحدةٍ. دعِ الماءَ السائلَ يقطرْ في **صحنٍ**. احملِ الثلجَ حتّى لا يعودَ البردُ محتملاً، ثمّ ارمِ الثلجَ في الصحنِ.

٢. قارنِ اليدَ التي حملَتِ الثلجَ بيدِكَ الأخرى. صفِ التغييراتِ التي تراها.

التحليلُ

١. ما الرسالةُ التي تلقَّيتَها من جهازِكَ العصبيِّ عندما حملْتَ الثلجَ؟

٢. بأيِّ سرعةٍ عادَتِ اليدُ الباردةُ إلى طبيعتِها؟

٣. ما هي، برأيِكَ، أجهزةُ الجسمِ التي ساعدَتْ على إعادةِ يدِكَ إلى طبيعتِها؟

٤. فكِّرْ في تجربةٍ أرسلَ إليكَ فيها جهازُكَ العصبيُّ رسالةً، على صورةِ إحساسٍ غيرِ مريحٍ بالحرِّ أو البردِ أو الألمِ، واذكرْ كيف كانَ ردُّ فعلِ جسمِكَ.

القسمُ ١

مؤشِّراتُ الأداءِ

- يصفُ العلاقةَ بينَ الأنسجةِ والأعضاءِ والأجهزةِ.
- يعدِّدُ ١١ جهازًا في الجسمِ.
- يحدِّدُ كيفَ تعملُ الأجهزةُ معًا للحفاظِ على الاتِّزانِ الداخليِّ.

المفرداتُ والمفاهيمُ

الاتِّزانُ الداخليُّ
العضوُ
النسيجُ

استراتيجيَّةُ القراءةِ

منظِّمُ القراءةِ: وأنت تقرأُ هذا القسمَ، ضعْ خريطةَ مفاهيمَ، مستخدمًا المفرداتِ المذكورةَ أعلاه.

تنظيمُ الجسمِ

تصوَّرْ أنكَ تقفزُ إلى بحيرةٍ. في البدايةِ يشعرُ جسمُكَ ببردٍ شديدٍ. حتى أنَّكَ قد ترتجفُ بردًا. لكنْ، في النهايةِ يألفُ جسمُكَ الماءَ الباردَ. كيف؟

يألفُ جسمُكَ الماءَ البارد، لأنّهُ يعودُ إلى الاتّزان الداخليّ. **الاتّزانُ الداخليُّ** Homeostasis هو المحافظة على بيئةٍ داخليَّةٍ مستقرَّةٍ في الجسمِ. عندما تقفزُ إلى بحيرةٍ باردةٍ، يساعدُ الاتزانُ الداخليُّ جسمَكَ على التكيُّفِ مع الماءِ الباردِ.

الخلايا والأنسجةُ والأعضاءُ

المحافظةُ على الاتِّزانِ الداخليِّ ليست سهلةً. فبيئتُكَ الداخليَّةُ تتغيَّرُ دائمًا. تحتاجُ خلاياكَ إلى الموادِّ الغذائيَّةِ والأوكسجينِ لتبقى على قيدِ الحياةِ. وخلاياكَ بحاجةٍ إلى إزالةِ الفضلاتِ. إذا تعطَّلَ الاتزانُ الداخليُّ، قد لا تحصلُ الخلايا على الموادِّ التي تحتاجُ إليها. وبالتالي فإنها ستتضرَّرُ وقد تموتُ.

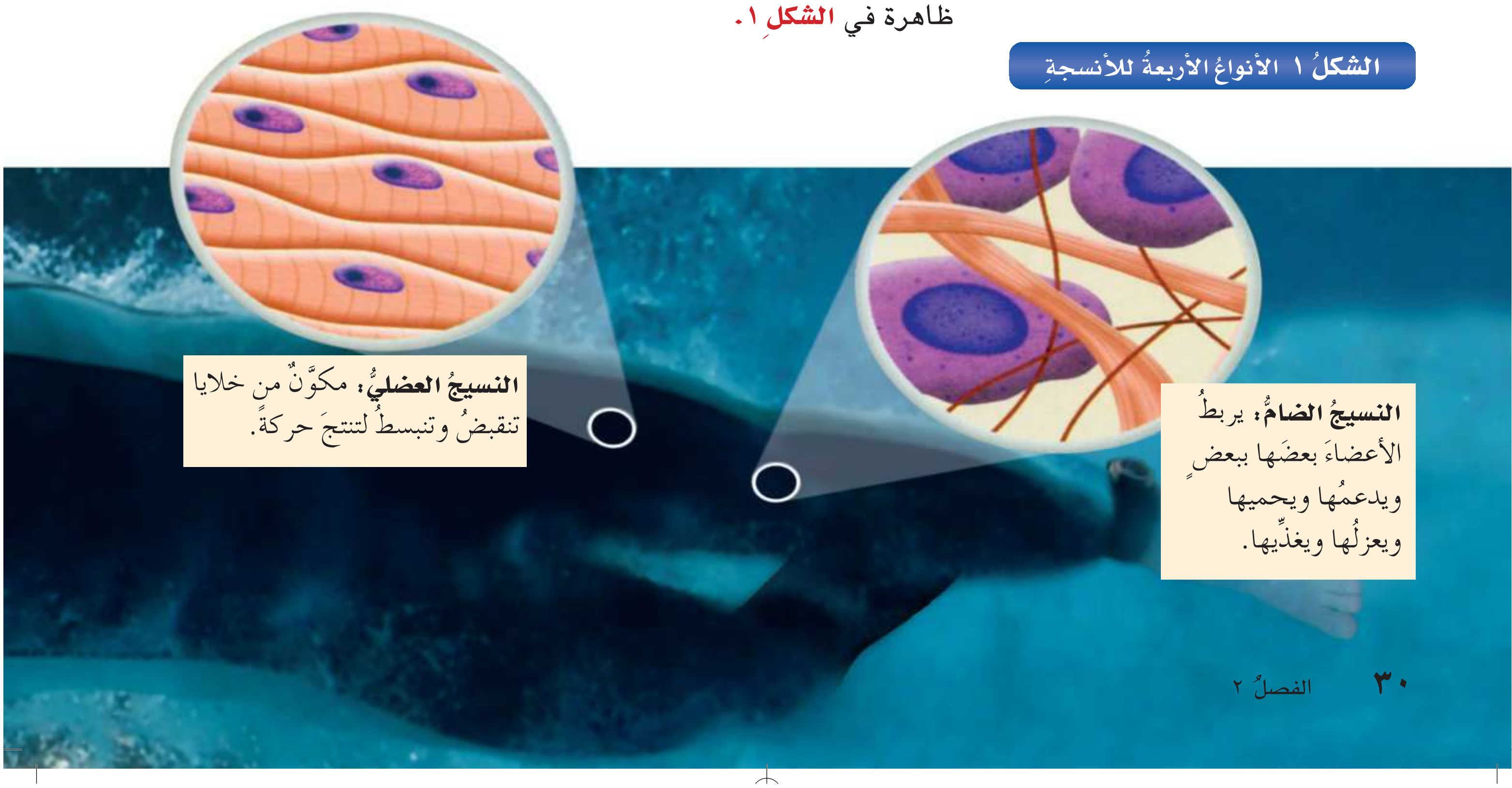
الخلايا تكوِّنُ الأنسجة

يجبُ أن تقومَ خلاياكَ بأعمالٍ كثيرةٍ لكي تحافظَ على الاتِّزانِ الداخليِّ. لكنْ ليسَ على كلِّ خليَّةٍ من خلاياكَ أن تقومَ بكلِّ تلك الأعمالِ. وكما أن لكلِّ شخصٍ في فريقِ كرةِ القدمِ دورًا في أثناءِ اللعبةِ، فإن لكلِّ خليَّةٍ في جسمِكَ وظيفةً في المحافظةِ على الاتِّزانِ الداخليِّ. وخلاياكَ منظَّمةٌ في مجموعاتٍ. مجموعةُ الخلايا المتماثلةِ التي تعملُ معًا تكوِّنُ **نسيجًا** Tissue. يتضمَّنُ جسمُكَ أربعةَ أنواعٍ رئيسةٍ من الأنسجةِ. هذه الأنواعُ الأربعةُ من الأنسجةِ ظاهرةٌ في **الشكلِ ١**.

الاتِّزانُ الداخليُّ: المحافظةُ على بيئةٍ داخليَّةٍ مستقرَّةٍ في الجسمِ.

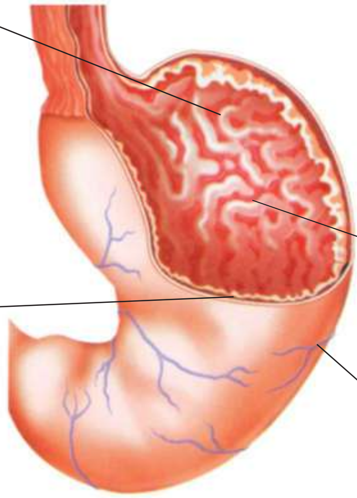
النسيجُ: مجموعةٌ من الخلايا المتماثلةِ التي تعملُ معًا وتؤدّي الوظيفةَ نفسها.

الشكلُ ١ الأنواعُ الأربعةُ للأنسجةِ



الشكلُ ٢ تنظيمُ المعدةِ

المعدةُ عضوٌ. أنواعُ الأنسجةِ الأربعةُ تعملُ معًا لتقومَ المعدةُ بالهضمِ.



الأنسجةُ تكوِّنُ الأعضاءَ

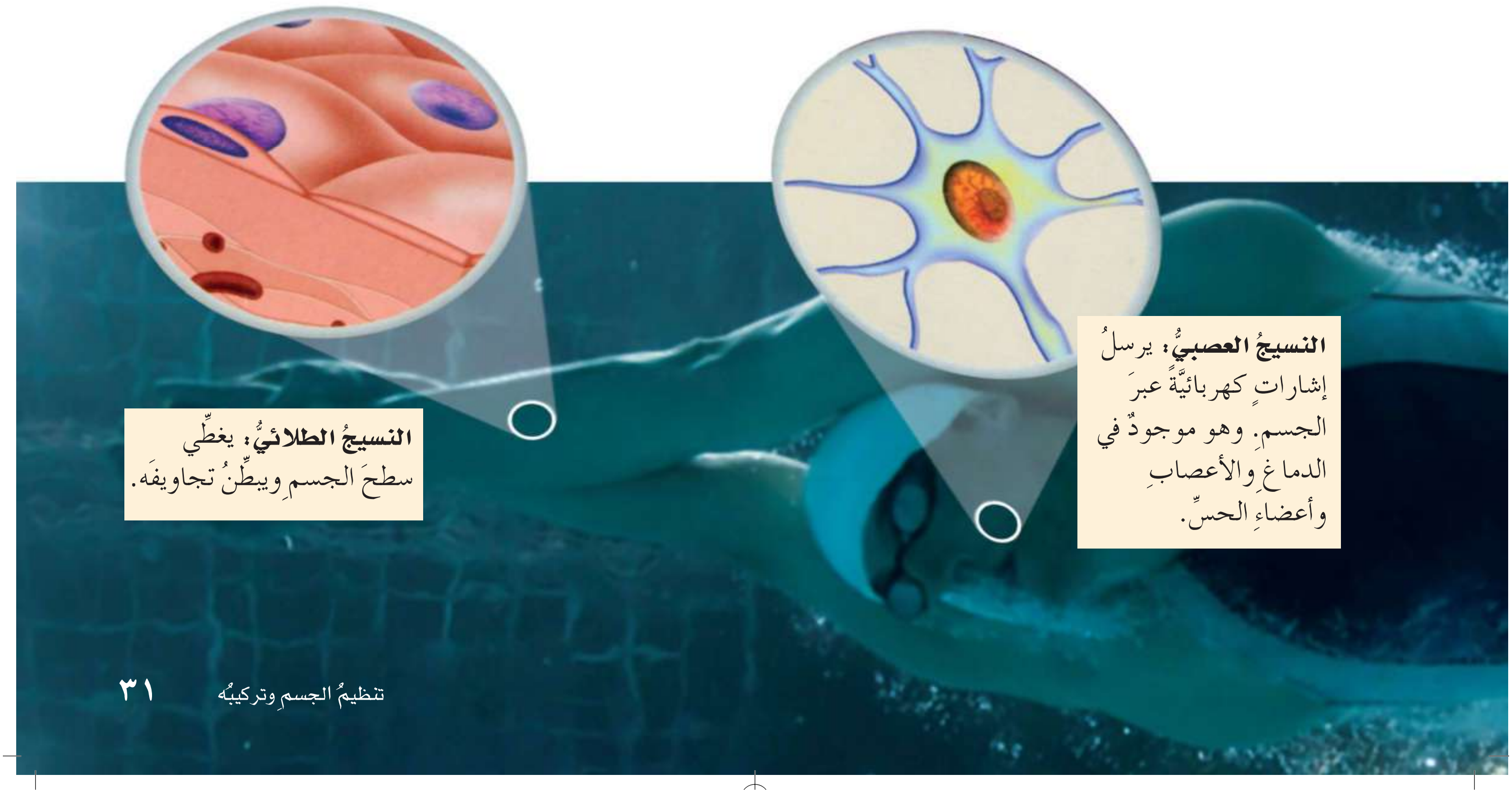
لا يستطيعُ نوعٌ واحدٌ من الأنسجةِ أن يؤدّيَ وظائفَ تؤدّيها أنواعٌ متعدِّدةٌ من الأنسجةِ التي تعملُ معًا. نسيجانِ أو أكثرُ يعملانِ معًا ليشكِّلا **عضوًا** Organ. معدتُك، كما في **الشكلِ ٢**، تستخدمُ الأنواعَ الأربعةَ كلَّها من الأنسجةِ لتقومَ بالهضمِ.

العضوُ: مجموعةٌ من الأنسجةِ تؤدّي وظيفةً معيَّنةً في الجسمِ.

تحقَّقْ
كيف تكونُ المعدةُ جزءًا من جهازٍ؟

الأعضاءُ تكوِّنُ الأجهزةَ

تعملُ معدتُك كثيرًا لتساعدَك على هضمِ طعامِك. إلاّ أنّ المعدةَ لا تقومُ بكلِّ شيءٍ. تعملُ معدتُك مع أعضاءٍ أخرى، مثلِ الأمعاءِ الدقيقةِ والأمعاءِ الغليظةِ، لهضمِ طعامِك. الأعضاءُ التي تعملُ معًا تكوِّنُ جهازًا.



العملُ معًا

تعملُ الأجهزةُ الموضَّحةُ في **الشكل ٣**، معًا للمحافظةِ على الاتِّزانِ الداخليِّ. مثلاً: يعملُ الجهازُ الوعائيُّ القلبيُّ، الذي يشملُ القلبَ والدمَ والأوعيةَ الدمويَّةَ، مع الجهازِ التنفُّسيِّ الذي يضمُّ الرئتَيْنِ. يلتقطُ الجهازُ الوعائيُّ القلبيُّ الأكسجينَ من الرئتَيْنِ ويحملُهُ إلى خلايا الجسمِ. تُنتجُ هذه الخلايا ثانيَ أكسيدِ الكربونِ الذي يعيدُه الجهازُ الوعائيُّ القلبيُّ إلى الجهازِ التنفُّسيِّ. يطرحُ الجهازُ التنفُّسيُّ ثانيَ أكسيدِ الكربونِ.

تحقَّقْ

أعطِ مثالاً على كيفيَّةِ عملِ الأجهزةِ معًا في الجسمِ.

الشكلُ ٣ أجهزةُ الجسمِ



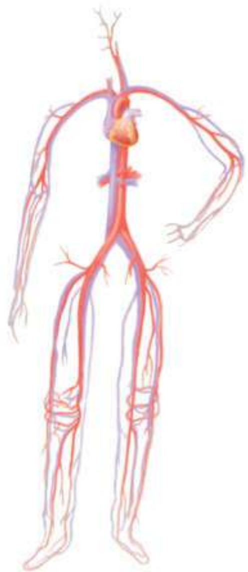
الجهازُ الغطائيُّ: يحمي جلدُكَ وشعرُكَ وأظفارُكَ الأنسجةَ التي تحتَها.



الجهازُ العضليُّ: يعملُ جهازُكَ العضليُّ مع جهازِكَ الهيكليِّ لمساعدتِكَ على الحركةِ.



الجهازُ الهيكليُّ: توفِّرُ عظامُكَ هيكلاً يدعمُ أعضاءَ جسمِكَ ويحميها.



الجهازُ الوعائيُّ القلبيُّ: يضخُّ قلبُكَ الدمَ إلى كلِّ أوعيتِكَ الدمويَّةِ.



الجهازُ التنفُّسيُّ: تمتصُّ رئتاكَ الأكسجينَ وتطلقُ ثانيَ أكسيدِ الكربونِ.



الجهازُ البوليُّ: يزيلُ جهازُكَ البوليُّ الفضلاتِ من الدمِ وينظِّمُ سوائلَ جسمِكَ.



الجهازُ التناسليُّ الذكريُّ: يُنتجُ الجهازُ التناسليُّ الذكريُّ الحيواناتِ المنويَّةَ.



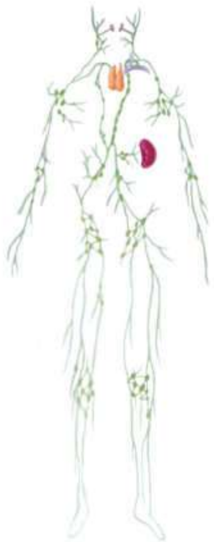
الجهازُ التناسليُّ الأنثويُّ: يُنتجُ الجهازُ التناسليُّ الأنثويُّ البويضاتِ، ويغذِّي الجنينَ ويحميهِ.



الجهازُ العصبيُّ: يتلقّى جهازُكَ العصبيُّ رسائلَ كهربائيَّةً ويرسلُها عبرَ جسمِكَ.



الجهازُ الهضميُّ: يفكِّكُ جهازُكَ الهضميُّ الطعامَ الذي تأكلُهُ، ويحوِّلُه إلى موادَّ غذائيَّةٍ يستطيعُ جسمُكَ أن يمتصَّها.



الجهازُ اللمفيُّ: يعيدُ الجهازُ اللمفيُّ إلى الأوعيةِ الدمويَّةِ السوائلَ المتسرِّبةَ، ويساعدُ على التخلُّصِ من البكتيريا والفيروسات.



جهازُ الغددِ الصمّاءِ: تصدرُ غُدَدُكَ رسائلَ كيميائيَّةً. المبيضان والخصيتان جزءٌ من هذا الجهاز.

مراجعةُ القسمِ

ملخّص

- مجموعةُ الخلايا التي تعملُ معًا تكوّن نسيجًا. تكوّن الأنسجةُ أعضاءً. الأعضاءُ التي تعملُ معًا تشكّلُ جهازًا.
- يوجدُ أربعةُ أنواعٍ من الأنسجةِ في جسمِ الإنسانِ.
- يوجدُ ١١ جهازًا رئيسًا في جسمِ الإنسانِ.
- تعملُ الأجهزةُ للمساعدةِ على حفظِ الاتّزانِ الداخليِّ في الجسمِ.

مراجعةُ المفرداتِ والمفاهيمِ

١. استخدمِ المفرداتِ التاليةَ في جملةٍ واحدةٍ: الاتّزانَ الداخليَّ، النسيجَ، العضوَ.

استيعابُ الأفكارِ الرئيسةِ

٢. أيٌّ من البياناتِ التاليةِ يصفُ العلاقةَ بينَ الأنسجةِ والأعضاءِ والأجهزةِ؟

أ. تكوِّنُ الأعضاءُ الأنسجةَ التي تشكِّلُ العضوَ.

ب. تكوِّنُ الأجهزةُ الأعضاءَ التي تكوِّنُ الأنسجةَ.

ج. تكوِّنُ الأنسجةُ الأعضاءَ والأعضاءُ تكوِّنُ الأجهزةَ.

د. لا شيءَ ممّا ذُكرَ.

٣. عدِّدْ أجهزةَ الجسمِ الـ ١١.

مهاراتٌ رياضيّاتٌ

٤. يضمُّ هيكلُ الإنسانِ ٢٠٦ عظامٍ من ضمنِها ٢٢ عظمًا في الجمجمةِ. ما النسبةُ المئويَّةُ لعظامِ الجمجمةِ قياسًا على عددِ عظامِ الإنسانِ؟

تفكيرٌ ناقدٌ

٥. **تطبيقُ المفاهيمِ:** ذهبَ عبدُ الرحمنِ إلى مطعمٍ، وأكلَ شطيرةً. صفْ كيفَ استخدمَ عبدُ الرحمنِ خمسةَ أجهزةٍ ليأكلَ الشطيرةَ ويهضمَها.

٦. **توقُّعُ النتائجِ:** توقَّعْ ما كانَ ليحدثَ لو أنّ جسمَ الإنسانِ بلا أنسجةٍ وأعضاءٍ وأجهزةٍ تحافظُ على الاتّزانِ الداخليِّ.

القسمُ ٢

الجهازُ الغِطائيُّ

أيُّ عضو من جسمِكَ يجبُ أن يكونَ جزءٌ منه ميْتًا لتبقى حيًّا؟ ومن مميِّزاتِـه أنَّ فيهِ ألوانًا كثيرةً، وهو أكبرُ أعضاءِ الجسمِ، وهو ظاهرٌ لك الآنَ.

هل حزرْتَ أنه جلدُكَ؟ إذا كنْتَ قد حزرْتَ ذلك فقد أصبتَ. الجلدُ والشعرُ والأظفارُ تشكِّلُ **الجهازَ الغِطائيَّ** **Integumentary system**. يغطِّي الجهازُ الغِطائيُّ جسمَكَ ويساعدُهُ على حفظِ الاتِّزانِ الداخليِّ.

مؤشِّراتُ الأداءِ

- يذكرُ أربعَ وظائفَ للجلدِ.
- يصفُ طبقتي الجلدِ.
- يصفُ تركيبَ الشعرِ والأظفارِ ووظيفتَيْهما.
- يصفُ نوعَيْن من الضررِ الذي يؤثِّرُ في الجلدِ.

المفرداتُ والمفاهيمُ

الجهازُ الغِطائيُّ
البشرة
الأدمة

استراتيجيَّةُ القراءةِ

تلخيصٌ ثنائيٌّ: اقرأْ هذا القسمَ بتأمُّلٍ. اخترْ زميلاً، وتناوبْ معه على تلخيصِ المادَّةِ. توقَّفْ لمناقشةِ الأفكارِ التي تبدو غيرَ واضحةٍ.

وظائفُ الجلدِ

لماذا تحتاجُ إلى الجلدِ؟ هناك أربعةُ أسبابٍ أساسيَّةٍ:

- يحفظُ الماءَ داخلَ جسمِكَ، ويبقي الجسيماتِ الغريبةَ خارجَ جسمِكَ.
- يبقيكَ جلدُكَ على اتِّصالٍ بالعالمِ الخارجيِّ. نهاياتُ الأعصابِ في جلدِكَ تتيحُ لك تحسُّسَ الأشياءِ من حولِكَ.
- يساعدُ الجلدُ على تنظيمِ درجةِ الحرارةِ في جسمِكَ. يوجدُ في جلدِكَ أعضاءٌ صغيرةٌ تُسمَّى **الغددَ العَرَقيَّةَ**، وهي تنتجُ العرقَ. العرقُ سائلٌ مالحٌ يتسرَّبُ من داخلِ جسمِكَ إلى سطحِ الجلدِ. عندَما يتبخَّرُ العرقُ يبرِدُ الجلدُ.
- يساعدُ الجلدُ على التخلُّصِ من الفضلاتِ. فأنت تستطيعُ التخلُّصَ من عدَّةِ أنواعٍ من الفضلاتِ الكيميائيَّةِ بواسطةِ العرقِ.

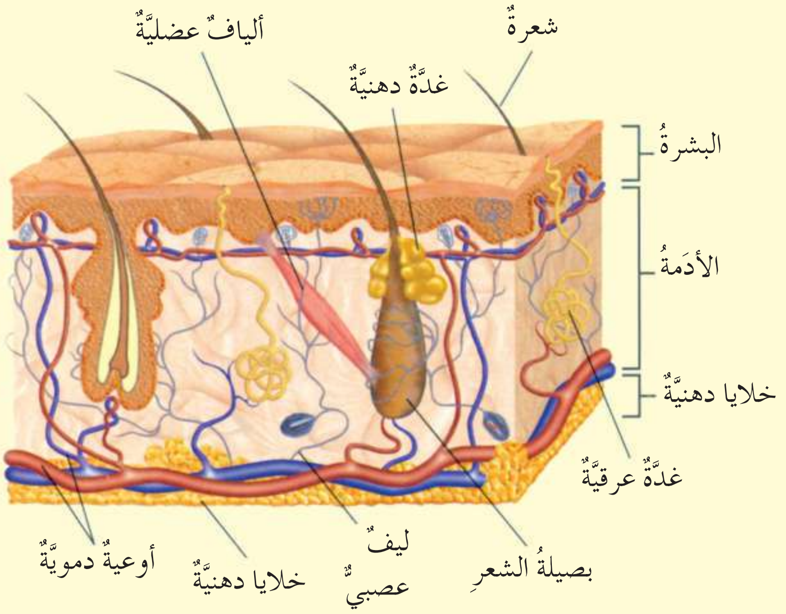
يظهرُ **الشكلُ ١**، أن للجلدِ ألوانًا كثيرةً. يتحدَّدُ لونُ الجلدِ بمادَّةٍ كيميائيَّةٍ تسمَّى **الميلانين**. إذا كانتْ مادَّةُ الميلانين غزيرةً، يكونُ الجلدُ داكنًا جدًّا. إذا كانت قليلةً يكونُ الجلدُ فاتحًا جدًّا. تمتصُّ مادَّةُ الميلانينِ الأشعَّةَ فوقَ البنفسجيَّةِ من الشمسِ. إذن تقلِّلُ مادَّةُ الميلانين من الضررِ الذي يمكنُ أن يؤدِّيَ إلى سرطانِ الجلدِ. لكنَّ كلَّ جلدٍ، حتى الجلدَ الداكنَ، يظلُّ عرضةً للسرطانِ. فيجبُ حمايةُ الجلدِ من ضوءِ الشمسِ قدرَ المستطاعِ.

الجهازُ الغِطائيُّ: الجهازُ الذي يكوِّنُ غلافًا وقائيًّا على خارجِ الجسمِ.



الشكل ١ تختلفُ ألوانُ البشرةِ بسببِ مادَّةٍ تُسمَّى صبغةَ الميلانين. تختلفُ كمِّيَّةُ مادَّةِ الميلانينِ من شخصٍ إلى آخرَ.

الشكلُ ٢ تركيبُ الجلدِ



يبدو جلدُكَ عضوًا معقَّدًا يتكوَّنُ من أوعيةٍ دمويَّةٍ وأعصابٍ وعددٍ من العضلاتِ.

الأوعيةُ الدمويَّةُ: تنقُلُ الموادَّ وتساهمُ في تنظيمِ درجةِ حرارةِ الجسمِ.

الأليافُ العصبيَّةُ: تحملُ رسائلَ من الدماغِ وإليهِ.

بصيلاتُ الشعرِ: موجودةٌ في الأدمةِ وهي تَصنعُ الشعرَ.

الأليافُ العضليَّةُ: المرتبطةُ ببصيلاتِ الشعرِ يمكنُها أن تنقبضَ وتسبِّبَ وقوفَ الشعرِ.

الغددُ الدهنيَّةُ: تفرزُ زيتًا يُقي الشعرَ مرنًا ويجعلُ البشرةَ غيرَ منفذةٍ للماءِ.

الغددُ العرقيَّةُ: تفرزُ عرقًا لتبريدِ الجسمِ. والتعرُّقُ هو أيضًا وسيلةٌ لإزالةِ الفضلاتِ من الجسمِ.

طبقاتُ الجلدِ

أكبرُ عضوٍ في جسمِكَ هو الجلدُ. في الحقيقةِ، يغطِّي الجلدُ مساحةً تبلغُ حواليَ مترينِ مربَّعَيْنِ من جسمِ الإنسانِ البالغِ. يتكوَّنُ الجلدُ من طبقتَيْنِ هما: البشرةُ والأدَمةُ. **البشرةُ** Epidermis هي طبقةُ الجلدِ الخارجيَّةُ التي تراها عندَما تنظرُ إلى جلدِكَ. لكنَّ الطبقةَ الأسمكَ من الجلدِ هي الواقعةُ تحتَ البشرةِ، وتُسمّى **الأدَمةَ** Dermis.

البشرةُ: الطبقةُ السطحيَّةُ من الخلايا التي تغطّي جسمَ نباتٍ أو حيوانٍ.

الأدَمةُ: الطبقةُ الجلديَّةُ التي تقعُ تحتَ البشرةِ.

البشرةُ

تتكوَّنُ البشرةُ من نسيجٍ طلائيٍّ. ومع أن للبشرةِ طبقاتٍ كثيرةً من الخلايا، فإنَّها بسمْكِ ورقتَيْنِ فوقَ معظمِ الجسمِ. وهي أكثرُ سمكًا فوقَ راحتَيِ اليديْنِ وفوقَ أرضِ القدميْنِ. معظمُ خلايا البشرةِ ميتةٌ، ويملؤُها بروتينٌ يُسمّى **الكيراتينَ**. يساعدُ الكيراتينُ على جعلِ الجلدِ متينًا.

الأَدَمةُ

تقعُ الأدَمةُ تحتَ البشرةِ. وهي تحتوي على الكثيرِ من الأليافِ المكوَّنةِ من بروتينٍ يُسمّى **الكولاجينَ**. تمنحُ هذه الأليافُ الجلدَ قوَّةً. وهي تجعلُهُ ينثني دونَ أنْ يتمزَّقَ. تحتوي الأدَمةُ على الكثيرِ من التراكيبِ الصغيرةِ، كما يظهرُ في **الشكلِ ٢**.

تحقَّقْ

صِفِ الأدمةَ. واذكرْ ما تختلفُ به عن البشرةِ.



الشكلُ ٣ يتألَّفُ الشعرُ من طبقاتٍ من الخلايا الميْتةِ المكدَّسةِ والمليئةِ بالكيراتين. أمّا الأظفارُ، فتنمو من إنتاجِ خلايا جديدةٍ في جذورِها، أي تحتَ هليلِ الظفرِ مباشرةً. تدفعُ الخلايا الجديدةُ الخلايا الأقدمَ نحو حافةِ الظفرِ الخارجيَّةِ.

الشعرُ والأظفارُ

الشعرُ والأظفارُ أجزاءٌ مهمَّةٌ من الجهازِ الغطائيِّ. الشعرُ والأظفارُ هما كالجلدِ، يتكوَّنانِ من خلايا ميتةٍ وخلايا حيَّةٍ. يظهرُ في **الشكلِ ٣** شعرٌ وأظفارٌ.

يتكوَّنُ الشعرُ في قاعِ كيسٍ صغيرٍ جدًّا يُسمّى **بصيلةَ الشعرِ**. ينمو الشعرُ عندَما تضافُ خلايا جديدةٌ ضمنَ بصيلةِ الشعرِ. الخلايا الأقدمُ تُدفَعُ إلى السطحِ. توجدُ الخلايا الحيَّةُ من الشعرِ فقط في بصيلةِ الشعرِ. والشعرُ، كالجلدِ، يتلوَّنُ بمادَّةِ الميلانين.

يساهمُ الشعرُ في حمايةِ الجلدِ من الأشعَّةِ فوقَ البنفسجيَّةِ، ويحافظُ على إبقاءِ جُسيماتٍ، كالغبارِ والحشراتِ، خارجَ عينيكَ وأنفِك. وفي معظمِ الثدييّاتِ، يساهمُ الشعرُ في تنظيمِ درجةِ حرارةِ الجسمِ. عندَما تنقبضُ العضلةُ الصغيرةُ جدًّا، المرتبطةُ ببصيلةِ الشعرِ، يقفُ الشعرُ إذا كانَ في البصيلاتِ شعرٌ. ويعملُ الشعرُ الواقفُ عملَ السترةِ، فيحجزُ الهواءَ الدافئَ حولَ الجسمِ.

أما الظفرُ فينمو من الخلايا الحيَّةِ الموجودةِ في **جذرِ الظفرِ** عندَ قاعدةِ الظفرِ. عندَما تتكوَّنُ خلايا جديدةٌ، ينمو الظفرُ ويصبحُ أطولَ. تحمي الأظفارُ أطرافَ أصابعِ اليديْنِ والقدميْنِ. لذلك يمكنُ أن تكونَ أصابعُ يدِكَ وأصابعُ قدمِكَ طريَّةً ومرهفةَ الحسّاسيَّةِ عندَ اللمسِ.

إصاباتُ الجلدِ

غالبًا ما يتعرَّضُ الجلدُ للضررِ. ولحسنِ الحظِّ، يمكنُ لجلدِكَ أن يصلِحَ نفسَه بنفسِه، كما يظهرُ في **الشكلِ ٤**. بعضُ الأضرارِ التي تلحقُ بالجلدِ تكونُ خطرةً جدًّا. فقد يسبِّبُ الضررُ في المادَّةِ الوراثيَّةِ لخلايا الجلدِ سرطانَ الجلدِ. ويمكنُ أن يتأثَّرَ الجلدُ أيضًا بالهرموناتِ التي تجعلُ الغددَ الدهنيَّةَ في الجلدِ تفرزُ الكثيرَ من الدهنِ، ممّا يؤدّي إلى انسدادِ القنواتِ بها، والتهابِها بفعلِ البكتيريا وتكوُّنِ حبِّ الشبابِ.

رابطُ دراساتٍ اجتماعيَّةٍ

استخدامُ الشعرِ

تستخدمُ الكثيرُ من الحضاراتِ التقليديَّةِ الشعرَ الحيوانيَّ لصنعِ منتوجاتٍ، كالبسطِ والبطانيّاتِ. سمِّ واحدةً من تلك الحضاراتِ، واكتبْ تقريرًا تصفُ فيه كيفَ تستخدمُ الشعرَ الحيوانيَّ.

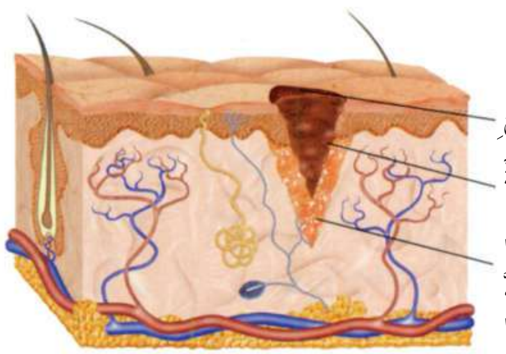
تحقَّقْ

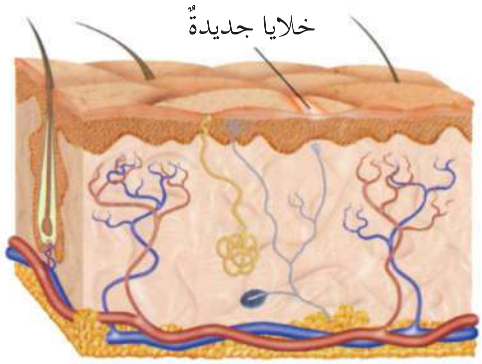
صِفْ كيفَ تنمو الأظفارُ.

الشكلُ ٤ كيف يلتئمُ الجلدُ

١ يتخثَّرُ الدمُ فوقَ الجرحِ لإيقافِ النزفِ ومنعِ البكتيريا من دخولِ الجرحِ. ثم تأتي الخلايا المحاربةُ للبكتيريا إلى الموقعِ لقتلِ البكتيريا.

٢ تُستبدَلُ الخلايا المتضرِّرةُ عن طريقِ الانقسامِ الخلويِّ. ومع مرورِ الوقتِ لا يبقى على السطحِ سوى ندبةٍ.





مراجعةُ القسمِ

ملخَّصٌ

- يحفظُ الجلدُ ماءَ الجسمِ، و يبعدُ الجسيماتِ الغريبةَ عنه، ويسمحُ للناسِ بأن يتحسَّسوا الأشياءَ من حولِهم، كما ينظِّمُ درجةَ الحرارةِ، ويتخلَّصُ من الفضلاتِ.
- طبقتا الجلدِ هما البشرةُ والأدمةُ.
- ينمو الشعرُ من بصيلاتِ الشعرِ. وتنمو الأظفارُ من جذورِها.
- قد يُصابُ الإنسانُ بسرطانِ الجلدِ وتفشي حبِّ الشبابِ، إذا ما زادَ إفرازُ الغددِ الدهنيَّةِ.

مراجعةُ المفرداتِ والمفاهيمِ

١. اكتبْ بأسلوبِكَ تعريفًا لكلٍّ من المفرداتِ التاليةِ: **الجهازِ الغطائيِّ، البشرةِ، الأدمةِ.**

استيعابُ الأفكارِ الرئيسةِ

٢. كلُّ التالي وظائفُ للجلدِ **ما عدا**:
   أ. تنظيمَ درجةِ حرارةِ الجسمِ.
   ب. حِفظَ الماءِ داخلَ الجسمِ.
   ج. تحريكَ الجسمِ.
   د. التخلُّصَ من الفضلاتِ.

٣. صِفْ طبقتَي الجلدِ.

٤. كيفَ ينمو الشعرُ والأظفارُ؟

٥. صِفْ كيفَ يلتئمُ الجرحُ.

مهاراتٌ رياضيّاتٌ

٦. ينمو الشعرُ بمعدَّلِ 0.3 mm في اليومِ. كم مليمترًا ينمو الشعرُ في ٣٠ يومًا؟ في سنةٍ؟

تفكيرٌ ناقدٌ

٧. **استدلالٌ**: لماذا تشعرُ بالألمِ عندَما تُشدُّ بشعرِكَ أو بأظفارِكَ، وليسَ عندَما تقصُّهما؟

٨. **تحليلُ الأفكارِ**: بشَرَةُ الكفَّيْنِ والقدَمَيْنِ أكثرُ سَمْكًا ممّا هي فوقَ أيِّ مكانٍ آخرَ من جسمِكَ. لماذا يحتاجُ الجلدُ إلى أن يكونَ أكثرَ سَمْكًا؟ ما أهميَّةُ ذلكَ؟

مُراجَعَةُ الْفَصلِ

مراجعةُ المُفرداتِ والمفاهيمِ

وضِّحِ المقصودَ بكلٍّ من المفرداتِ والمفاهيمِ التاليةِ:

١. الاتِّزانُ الداخليُّ

٢. النسيجُ

٣. البَشَرةُ

٤. الجهازُ الغِطائيُّ

٥. العضوُ

٦. الأدَمةُ

استيعابُ الأفكارِ الرئيسةِ

اختيارٌ من مُتعدِّدٍ

٧. أيٌّ من القوائمِ التاليةِ تبيِّنُ تدرُّجَ تنظيمِ الجسمِ؟
   أ. خلايا، أعضاءٌ، أجهزةٌ، أنسجةٌ.
   ب. أنسجةٌ، خلايا، أعضاءٌ، أجهزةٌ.
   ج. خلايا، أنسجةٌ، أعضاءٌ، أجهزةٌ.
   د. خلايا، أنسجةٌ، أجهزةٌ، أعضاءٌ.

٨. الجهازُ الغِطائيُّ:
   أ. يساهمُ في تنظيمِ حرارةِ الجسمِ.
   ب. يساعدُ الجسمَ على الحركةِ.
   ج. يخزِّنُ المعادنَ.
   د. لا شيءَ ممّا ذُكِرَ.

٩. طبقتا الجلدِ هما:
   أ. البشرةُ والغددُ العرَقيَّةُ.
   ب. الأدمةُ والغددُ الدهنيَّةُ.
   ج. البشرةُ والأدمةُ.
   د. البشرةُ وبُصيلاتُ الشعرِ.

إجابةٌ قصيرةٌ

١٠. ما نوعا الضررِ اللذانِ يؤثِّرانِ في الجلدِ؟

١١. وضِّحْ كيفَ يقومُ الشَّعرُ بتنظيمِ درجةِ حرارةِ الجسمِ.

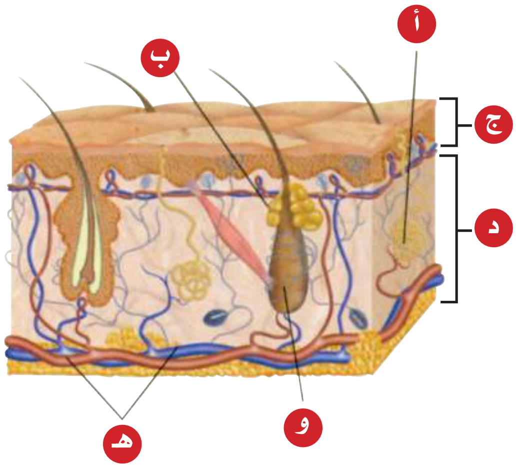
تفكيرٌ ناقدٌ

١٢. **خريطةُ المفاهيمِ**: استخدمِ المفرداتِ التاليةَ لوضعِ خريطةِ مفاهيمَ: أنسجةً، نسيجًا عضليًّا، نسيجًا ضامًّا، خلايا، أجهزةً، أعضاءً، نسيجًا طلائيًّا، نسيجًا عصبيًّا.

١٣. **استنتاجٌ**: قارِنْ بينَ مرفقِكَ وأطرافِ أصابعِكَ من حيثُ نوعيَّةُ الجلدِ وحساسيَّتُهُ في هذه الأجزاءِ من جسمِكَ. لماذا يختلفُ الجلدُ فوقَ هذه الأجزاءِ من جسمِكَ عن الجلدِ فوقَ سواها؟

تفسيرُ الأشكالِ التخطيطيَّةِ

استخدمْ رسمَ مقطعِ الجلدِ التالي، وأجبْ عن الأسئلةِ التي تليهِ.



١٤. ماذا يُسمّى الجزء (د)؟ ما المادَّةُ الأكثرُ توافرًا في هذه الطبقةِ؟

١٥. ما اسمُ الجزءِ (أ) وما وظيفتُه؟

١٦. ما اسمُ الجزءِ (ب) وما وظيفتُه؟

١٧. أيُّ حرفٍ يمثِّلُ الجزءَ الذي يتكوَّنُ من نسيجٍ طلائيٍّ ويحتوي على خلايا ميتةٍ؟

١٨. أيُّ حرفٍ يمثِّلُ الجزءَ الذي ينمو فيه الشعرُ؟ ما اسمُ هذا الجزءِ؟

الفصل

٣ الجهازان الهضميُّ والبوليُّ



الفكرةُ الرئيسةُ

يحتوي جسمُ الإنسانِ على أجهزةٍ تفكِّكُ الموادَّ الغذائيَّةَ وتطرحُ الفضلاتِ.

القسمُ

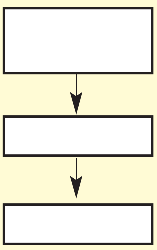
حولَ الصورةِ

هل هذه دودةٌ عملاقةٌ؟ لا، إنها صورةُ أشعَّةٍ سينيَّةٍ للأمعاءِ الغليظةِ في حالةٍ صحيَّةٍ جيدةٍ! تساعدُ إمعاؤكَ الغليظةُ جسمَكَ على حفظِ الماءِ. فبينما يمرُّ الطعامُ المهضومُ، بمعظمِهِ، عبرَ أمعائِكَ الغليظةِ، يُستخرَجُ الماءُ من الطعامِ. يعادُ هذا الماءُ إلى مجرى الدَّمِ. الظلُّ خلفَ الإمعاءِ هو العمودُ الفقريُّ. المناطقُ التي تبدو فارغةً هي، في الحقيقةِ، مليئةٌ بالأعضاءِ. يساعدُ سائلٌ خاصٌّ على إظهارِ الإمعاءِ الغليظةِ بالأشعَّةِ السينيَّةِ.

نشاطٌ تمهيديٌّ

المنظم البياني

خريطةُ أحداثٍ متسلسلةٍ: قبلَ البدءِ بقراءةِ الفصلِ، قمْ بإعدادِ **خريطةِ الأحداثِ المتسلسلةِ** الموصوفةِ في قسمِ **مهاراتُ الدراسةِ** المدرجِ في ملحقِ الكتابِ. وأنت تقرأُ الفصلَ، املأْ الخريطةَ بتفاصيلَ حولَ كلِّ خطوةٍ من العمليّاتِ التي يُجريها جسمُكَ ليهضمَ الطعامَ.





نشاطٌ استهلاليٌّ

تحويلُ الطعامِ

تفكِّكُ المعدةُ الطعامَ جزئيًّا بوساطةِ عصرِهِ. يمكنُ للنشاطِ التالي أن يكونَ نموذجًا لعملِ المعدةِ.

الخُطواتُ

١. ضعْ 200 mL **من الطحين** و 100 mL **من الماءِ** في **كيسٍ بلاستيكيٍّ برباطٍ**.

٢. اخلطْ 100 mL **من الزيتِ النباتيِّ** بالطحينِ والماءِ.

٣. أغلقِ الكيسَ البلاستيكيَّ.

٤. رُجَّ الكيسَ حتّى يختلطَ الطحينُ بالماءِ والزيتِ جيِّدًا.

٥. أزلْ أكبرَ مقدارٍ ممكنٍ من هواءِ الكيسِ وأعدْ إغلاقَهُ بعنايةٍ.

٦. افركِ الكيسَ بيديكَ بعنايةٍ لخمسِ دقائقَ. احرصْ على إبقاءِ الكيسِ مغلقًا.

التحليلُ

١. صفِ المزيجَ قبلَ فركِ الكيسِ وبعدَهُ.

٢. فيمَ تتشابهُ التغييراتُ التي ظهرَتْ لك في المزيجِ مع كيفيَّةِ هضمِ معدتِكَ للطعامِ؟

٣. هل تظنُّ أن هذا النشاطَ نموذجٌ جيِّدٌ لكيفيَّةِ عملِ معدتِكَ؟ وضِّحْ إجابتَك.

القسمُ
١

الجهازُ الهضميُّ

مؤشِّراتُ الأداءِ

- يقارنُ الهضمَ الميكانيكيَّ بالهضمِ الكيميائيِّ.
- يصفُ أجزاءَ الجهازِ الهضميِّ ووظائفَهُ.

المفرداتُ والمفاهيمُ

الجهازُ الهضميُّ	الأمعاءُ الدقيقةُ
المريءُ	الكبدُ
المعدةُ	الحوصلةُ الصفراويَّةُ
البنكرياسُ	الأمعاءُ الغليظةُ

استراتيجيَّةُ القراءةِ

دليلُ التوقُّعِ: قبلَ قراءةِ هذا القسمِ، اكتبْ عناوينَه كافَّةً. ثم اكتبْ تحتَ كلِّ عنوانٍ ما تعتقدُ أنكَ ستتعلَّمُه.

إنّها حصَّتُكَ الدراسيَّةُ الأخيرةُ قبلَ وجبةِ الغداءِ، وأنت الآنَ جائعٌ جدًّا! وأخيرًا، يدقُّ الجرسُ، وتنعمُ بفرصتِكَ وتأكلُ!

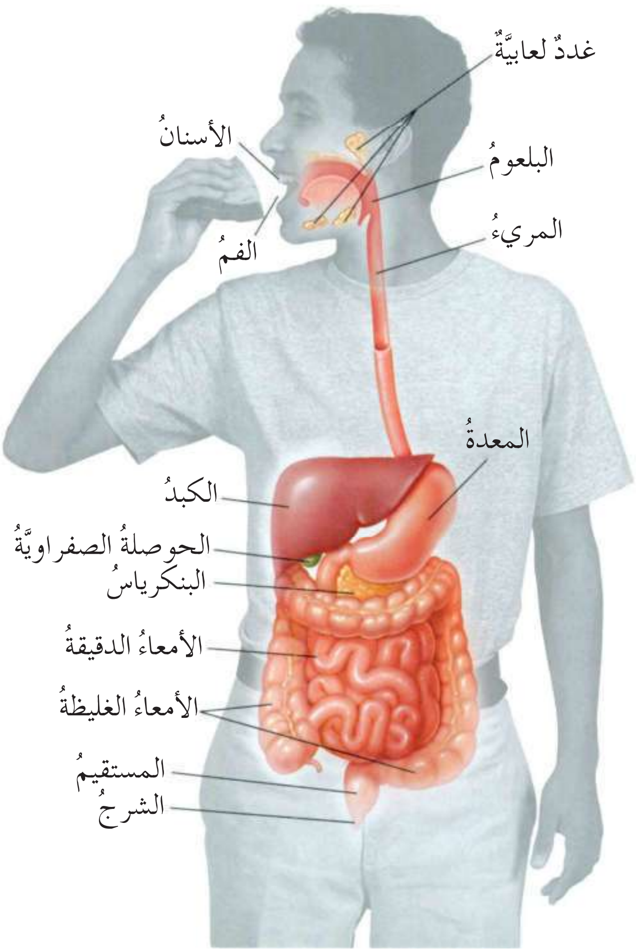
تشعرُ بالجوعِ لأنّ دماغكَ يستقبلُ إشاراتٍ تفيدُ أن خلاياكَ بحاجةٍ إلى الطاقةِ. إلاّ أنّ تناولَ الطعامِ هو بدايةُ القصَّةِ فقط. إذ لا بدَّ لجسمِكَ أن يحوِّلَ طعامَ وجبتِكَ إلى موادَّ يستطيعُ استخدامَها. **الجهازُ الهضميُّ Digestive system**، الظاهرُ في **الشكل ١**، مجموعةٌ من الأعضاءِ تعملُ معًا لهضمِ الطعامِ كي يتمكَّنَ الجسمُ من استخدامِهِ.

الجهازُ الهضميُّ: الأعضاءُ التي تفكّكُ الطعامَ لكي يتمكَّنَ الجسمُ من استخدامِهِ.

الجهازُ الهضميُّ في لمحةٍ

أكثرُ الأجزاءِ وضوحًا في جهازِكَ الهضميِّ هو سلسلةُ الأعضاءِ الأنبوبيَّةِ التي تُسمّى القناةَ الهضميَّةَ. يمرُّ الطعامُ في القناةِ الهضميَّةِ، التي تشملُ الفمَ والبلعومَ والمريءَ والمعدةَ والأمعاءَ الدقيقةَ والأمعاءَ الغليظةَ والمستقيمَ والشرجَ. قد يصلُ طولُ القناةِ الهضميَّةِ في الإنسانِ إلى أكثرَ من 9 m. الكبدُ والحوصلةُ الصفراويَّةُ والبنكرياسُ والغددُ اللعابيَّةُ، هي أيضًا أجزاءٌ من الجهازِ الهضميِّ، لكنَّ الطعامَ لا يمرُّ عبرَ تلكَ الأعضاءِ.

الشكلُ ١ الجهازُ الهضميُّ



تفكيكُ الطعام

الهضمُ عمليَّةُ تفكيكٍ للغذاءِ. الفلافلُ والكبابُ والحلوى، مثلاً، يحوِّلُها الهضمُ إلى شكل يمكِّنُها أن تنتقلَ من القناةِ الهضميَّةِ إلى مجرى الدم. يوجدُ نوعان من الهضم: الهضمُ الميكانيكيُّ والهضمُ الكيميائيُّ. تحطيمُ الطعام وهرسُهُ يكوِّنان الهضمَ الميكانيكيَّ. أما الهضمُ الكيميائيُّ، فيجري فيه تفكيكُ الجزيئاتِ الكبيرةِ إلى وحداتٍ بسيطةٍ يَسهلُ امتصاصُها والتي يحتاجُ إليها الجسمُ في عمليّاتِ النموِّ والصيانةِ والإصلاحِ الطبيعيَّة.

يتشكَّلُ معظمُ الطعامِ الذي نتناولُهُ من أنواعٍ ثلاثةٍ من الموادِّ الغذائيَّة، هي الكربوهيدراتُ والبروتيناتُ والدهنيّاتُ. الفلافلُ والكبابُ والحلوى تحتوي في الواقع على كلِّ المكوِّناتِ الغذائيَّةِ هذه. وهناك موادُّ أخرى تسمّى **أنزيمات**، تستطيعُ تفكيكَ بعضِ الموادِّ الغذائيَّةِ وتحوِّلُها إلى جسيماتٍ أصغرَ يستخدمُها الجسمُ. فالبروتيناتُ، مثلاً، سلاسلُ من جزيئاتٍ أصغرَ تسمّى **الأحماضَ الأمينيَّةَ**. البروتيناتُ أكبرُ من أن يجريَ امتصاصُها إلى مجرى الدم. لذلك تقطِّعُ الأنزيماتُ البروتيناتِ إلى وحداتٍ أصغرَ منها تسمّى أحماضًا أمينيَّةً يمكنُها المرورُ إلى مجرى الدم. هذه العمليَّةُ تظهرُ في **الشكلِ ٢**.

مختبرٌ سريع

كيف تتفكَّكُ

١. ضعْ **قطعةَ حلوى صُلبةً** في **كوبٍ بلاستيكيٍّ شفّافٍ يحتوي على ماءٍ**.

٢. لفَّ قطعةَ **حلوى مماثلةً** في **منشفةٍ**، واطحنْها **بمطرقةٍ**. ضعْ الحلوى في **كوبِ ماءٍ ثانٍ شفّافٍ**.

٣. في اليومِ التالي، افحصِ الكوبَيْن. ما الفرقُ بين حلوى الكوبَيْن؟

٤. ما نوعُ الهضمِ الذي يمثِّلُهُ طحنُ الحلوى الصلبة؟

٥. كيف يساهمُ مضغُ الطعامِ في عمليَّةِ الهضم؟

تحقَّقْ

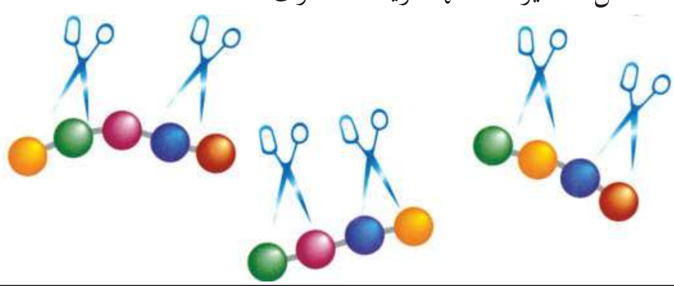
كيف تساهمُ الأنزيماتُ في عمليَّةِ الهضم؟

الشكلُ ٢ وظيفةُ الأنزيماتِ في هضمِ البروتين

١ تعملُ الأنزيماتُ كمقصّاتٍ كيميائيَّةٍ تقطِّعُ سلاسلَ الأحماضِ الأمينيَّةِ الطويلةَ إلى سلاسلَ صغيرةٍ.



٢ السلاسلُ الصغيرةُ تقطِّعُها أنزيماتٌ أخرى.

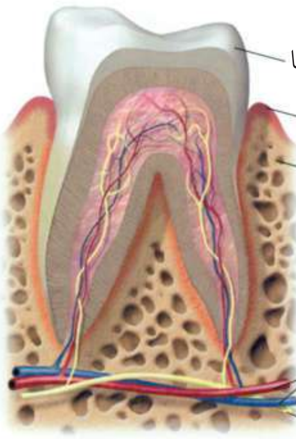


٣ الأحماضُ الأمينيَّةُ صغيرةٌ بما يكفي لدخولِها مجرى الدمِ، ويمكنُ استخدامُها لصنعِ بروتيناتٍ جديدةٍ.



الفمُ والهضمُ

المضغُ مهمٌّ لسببَيْن. أوّلُهما أنه يجعلُ الطعامَ قطعًا صغيرةً زلقةً، مما يجعلُ ابتلاعَها أسهلَ من ابتلاعِ القطعِ الكبيرةِ الجافَّةِ. وثانيهما أن هذه القطعَ الصغيرةَ تُهضمُ بسهولةٍ أكبرَ.



الشكلُ ٣ السنُّ، كهذا الضرسِ، تتكوَّنُ من عدَّةِ أنواعٍ من الأنسجةِ.

الأسنانُ

الأسنانُ أعضاءٌ مهمَّةٌ جدًّا للهضمِ الميكانيكيِّ. بمساعدةِ عضلاتِ الفكِّ القويَّةِ، تحطِّمُ الأسنانُ الغذاءَ وتطحنُهُ. طبقةُ السنِّ الخارجيَّةُ، **المينا**، هي أصلبُ مادَّةٍ في الجسمِ. تحمي المينا الأعصابَ وموادَّ طريَّةً أخرى داخلَ السنِّ. يُظهرُ **الشكلُ ٣** مقطعًا لضرسٍ.

هل لاحظتَ أن لأسنانِكَ أشكالاً مختلفةً؟ انظرْ إلى **الشكلِ ٤** لتحدِّدَ مواقعَ الأسنانِ المختلفةِ. **الأضراسُ الكبيرةُ** تلائمُ طحنَ الطعامِ. **الأضراسُ الصغيرةُ** تلائمُ هرسَ الطعامِ. الأسنانُ الحادَّةُ التي في مقدَّمِ فمِكَ، وهي **القواطعُ والأنيابُ**، تلائمُ تمزيقَ الطعامِ.

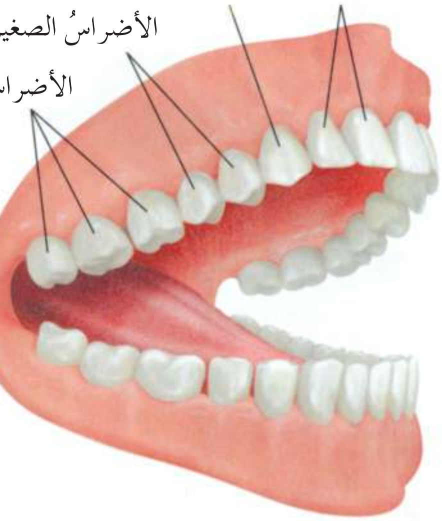
اللعابُ

عندما تمضغُ الطعامَ، يختلطُ بسائلٍ يسمّى **اللعابَ**. اللعابُ تفرزُه الغُددُ اللعابيَّةُ داخلَ الفمِ. يحتوي اللعابُ على أنزيمٍ يبدأُ به الهضمُ الكيميائيُّ للكربوهيدراتِ. يحوِّلُ اللعابُ الكربوهيدراتِ المعقَّدةَ إلى سكَّرٍ بسيطٍ.

بعدَ الفمِ

حالما يتحوَّلُ الطعامُ إلى كتلةٍ مفتَّتةٍ طريَّةٍ، يدفعُهُ اللسانُ إلى البلعومِ الذي يؤدّي إلى أنبوبٍ طويلٍ مستقيمٍ يسمّى **المريءَ Esophagus**. يحرِّكُ المريءُ كتلةَ الطعامِ إلى المعدةِ بوساطةِ انقباضاتٍ عضليَّةٍ متعاقبةٍ تسمّى **الحركةَ الدوديَّةَ**.

المريءُ: أنبوبٌ طويلٌ مستقيمٌ يصلُ البلعومَ بالمعدةِ.



الشكلُ ٤ يملكُ معظمُ البالغينَ ٣٢ سنًّا دائمةً. وكلُّ نوعٍ من الأسنانِ الدائمةِ له وظيفةٌ مختلفةٌ في أثناءِ تحطيمِ الطعامِ قبلَ ابتلاعِهِ.

الشكلُ ٥ المعدة

تعصِرُ المعدةُ الطعامَ وتخلِطُهُ لساعاتٍ قبلَ أن تطلقَ الخليطَ إلى الأمعاءِ الدقيقة.





المعدةُ والهضمُ

المعدةُ Stomach عضوٌ هضميٌّ وعضليٌّ شبيهٌ بكيسٍ متّصلٍ بالطرفِ السفليِّ من المريءِ. تظهرُ المعدةُ في **الشكلِ ٥**. تتابعُ المعدةُ هضمَ وجبتِكَ ميكانيكيًّا عبرَ عصرِ الطعامِ بوساطةِ انقباضاتٍ عضليَّةٍ. وفي أثناءِ هذا العصرِ، تقومُ غددٌ صغيرةٌ جدًّا موجودةٌ في المعدةِ بإنتاجِ أنزيماتٍ وحمضٍ. تعملُ الأنزيماتُ والحمضُ معًا على تفكيكِ الطعامِ إلى جزيئاتٍ صغيرةٍ. يقتلُ حمضُ المعدةِ أيضًا معظمَ البكتيريا التي قد تكونُ ابتُلِعَتْ مع الطعامِ. بعدَ ساعاتٍ من الهضمِ الميكانيكيِّ والكيميائيِّ المشتركِ، يتحوَّلُ الطعامُ إلى خليطٍ حسائيٍّ يُسمّى الكيموس.

بعدَ المعدةِ

تطلقُ المعدةُ الكيموسَ ببطءٍ إلى الأمعاءِ الدقيقةِ عبرَ حلقةٍ عضليَّةٍ صغيرةٍ تعملُ كالصمّامِ. يبقي هذا الصمّامُ خليطَ الطعامِ في المعدةِ حتّى اختلاطِهِ كلِّيًّا بالسوائلِ الهضميَّةِ. في كلِّ مرَّةٍ ينفتحُ الصمّامُ وينغلقُ، يسمحُ لمقدارٍ صغيرٍ من الكيموسِ بالمرورِ إلى الأمعاءِ الدقيقةِ. إن إطلاقَ المعدةِ للكيموسِ ببطءٍ، يعطي الأمعاءَ الوقتَ الكافيَ لخلطِ الكيموسِ بإفرازاتٍ من الكبدِ والبنكرياسِ. تساهمُ هذهِ الإفرازاتُ في هضمِ الطعامِ وتمنعُ الأحماضَ القويَّةَ التي في الكيموسِ من إلحاقِ الضررِ بالأمعاءِ الدقيقةِ.

المعدةُ: العضوُ الهضميُّ الشبيهُ بكيسٍ يقعُ بين المريءِ والأمعاءِ الدقيقةِ، يحطِّمُ الطعامَ ويحوِّلُهُ إلى سائلٍ من خلالِ عملِ العضلاتِ والأنزيماتِ والحمضِ المعديِّ.

تحقَّقْ

ما الكيموس؟

وقْفَةٌ معَ الرياضيّاتِ

حقيقةُ السنِّ

يكونُ لدى الأطفالِ الصغارِ مجموعةٌ من ٢٠ سنًّا تسمّى أسنانَ الحليبِ. تتساقطُ هذه الأسنانُ عادةً وتُستبدَلُ بها ٣٢ سنًّا من الأسنانِ الدائمةِ. كم سنًّا من الأسنانِ الدائمةِ يزيدُ على أسنانِ الحليبِ لدى شخصٍ واحدٍ؟ ما نسبةُ أسنانِ الحليبِ إلى الأسنانِ الدائمةِ؟ تأكَّدْ من أنك تقدِّمُ النسبةَ على الصورةِ الأبسطِ.

البنكرياسُ والأمعاءُ الدقيقةُ والهضمُ

يجري معظمُ الهضمِ الكيميائيِّ بعدَ خروجِ الطعامِ من المعدةِ. فالبروتيناتُ والكربوهيدراتُ والدهنيّاتُ في الكيموسِ تهضمُها إفرازتُ الأمعاءِ الدقيقةِ والبنكرياسِ.

البنكرياسُ

عندما يغادرُ الكيموسُ المعدةَ، تكونُ حموضتُه مرتفعةً جدًّا. فيفرزُ البنكرياسُ سوائلَ تحمي الأمعاءَ الدقيقةَ من الحمضِ. **البنكرياسُ Pancreas** عضوٌ بيضويٌّ يقعُ بين المعدةِ والأمعاءِ الدقيقةِ. لا يدخلُ الكيموسُ البنكرياسَ أبدًا. وبدلاً من ذلك فإنَّ إفرازاتِ البنكرياسِ تصبُّ في الأمعاءِ الدقيقةِ. هذه الإفرازاتُ تحتوي على أنزيماتٍ تهضمُ الكيموسَ كيميائيًّا، وتحتوي أيضًا على الكربوناتِ الهيدروجينيَّةِ التي تعادلُ الحمضَ في الكيموسِ. يعملُ البنكرياسُ أيضًا كجزءٍ من جهازِ الغددِ الصمّاءِ بإفرازِه هرموناتٍ تنظِّمُ مستوى السكَّرِ في الدمِ.

الأمعاءُ الدقيقةُ

الأمعاءُ الدقيقةُ Small intestine أنبوبةٌ عضليَّةٌ قُطرُها حواليْ 2.5 cm. وهْي رغمَ صِغرِ قطرِها، ليسَتْ صغيرةً في الحقيقةِ. فإذا مددْنا الأمعاءَ الدقيقةَ، ستكونُ بالفعلِ أطولَ منك بكثيرٍ، طولُها حواليْ 6 m. وإذا بسَطْنا سطحَ الأمعاءِ الدقيقةِ فقد يكونُ أكبرَ من ملعبِ كرةِ المضربِ. كيف يكونُ هذا ممكنًا؟ الجدارُ الداخليُّ للأمعاءِ الدقيقةِ تغطّيه نتوءاتٌ صغيرةٌ تشبهُ الأصابعَ وتسمّى **الخملاتِ**، التي تظهرُ في **الشكل ٦**. فالمساحةُ السطحيَّةُ لداخلِ الأمعاءِ الدقيقةِ كبيرةٌ جدًّا بسببِ الخملاتِ. تغطّي الخملاتِ خلايا صغيرةٌ ماصَّةٌ للموادِّ الغذائيَّةِ. بعد أن يتمَّ امتصاصُ الموادِّ الغذائيَّةِ تدخلُ مجرى الدمِ.

البنكرياسُ: العضوُ الذي يقعُ وراءَ المعدةِ، ويصنعُ أنزيماتٍ هضميَّةً وهرموناتٍ تنظِّمُ مستوياتِ السكَّرِ.

الأمعاءُ الدقيقةُ: عضوٌ بين المعدةِ والأمعاءِ الغليظةِ. وفيها يحدثُ معظمُ تفكيكِ الطعامِ، ويجري فيها أيضًا امتصاصُ معظمِ الموادِّ الغذائيةِ من الطعامِ.

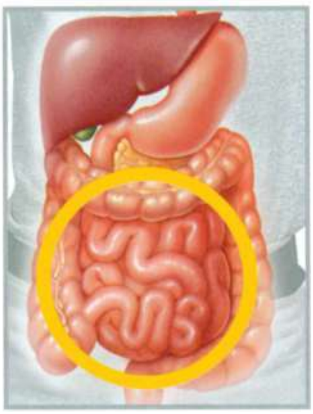
رابطٌ دراساتٍ اجتماعيَّةٍ

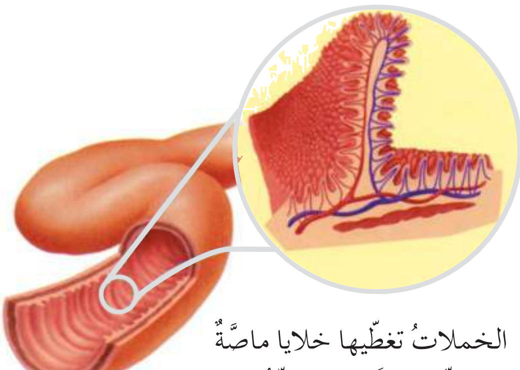
الطفيليّاتُ

الطفيليّاتُ المعويَّةُ كائناتٌ حيَّةٌ. ومنها، مثلاً، الديدانُ الأسطوانيَّةُ والديدانُ الشريطيَّةُ التي تصيبُ الناسَ وتعيشُ في قنواتِهم الهضميَّةِ. على الصعيدِ العالميِّ، تصيبُ الطفيليّاتُ المعويَّةُ أكثرَ من مليارِ شخصٍ. قد يكونُ بعضُها مميتًا. ابحثْ حولَ الطفيليّاتِ المعويَّةِ، في المكتبةِ أو على الإنترنت. ثمَّ اكتبْ تقريرًا يبيِّنُ الطرقَ التي ينتشرُ بها أحدُ أنواعِها، والمشكلاتِ التي يسبِّبُها، وعددَ المصابين به، وماذا يمكنُهم أن يعملوا لإيقافِه.

الشكلُ ٦ الأمعاءُ الدقيقةُ والخملاتُ

البطانةُ المتعدِّدةُ الطيّاتِ للأمعاءِ الدقيقةِ تحتوي على كثيرٍ من النتوءاتِ التي تشبهُ الأصابعَ، وتسمّى **الخملاتِ**.

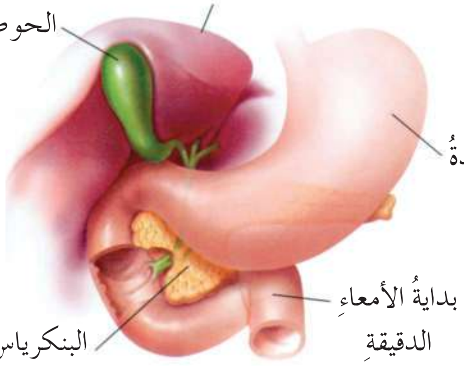


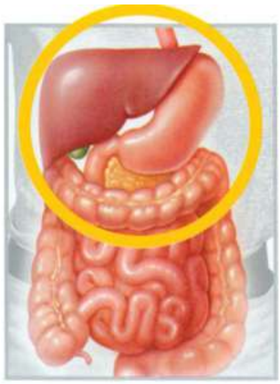


الخملاتُ تغطّيها خلايا ماصَّةٌ للموادِّ الغذائيَّةِ التي تمرِّرُ تلك الموادَّ إلى مجرى الدمِ.

الشكلُ ٧ الكبدُ والحوصلةُ الصفراويَّةُ

لا يمرُّ الطعامُ في الكبدِ والحوصلةِ الصفراويَّةِ والبنكرياس، مع أن هذه الأعضاءَ مرتبطةٌ بالأمعاءِ الدقيقةِ.





الكبدُ والحوصلةُ الصفراويَّةُ

الكبدُ Liver عضوٌ كبيرٌ بنِّيٌّ مائلٌ إلى الاحمرارِ يساهمُ في الهضمِ. يمكنُ أن يكونَ كبدُ الإنسانِ بحجمِ كرةِ قدمٍ. يقعُ كبدُكَ إلى جانبِكَ الأيمنِ، أعلى قليلاً من معدتِكَ، كما يظهرُ في **الشكلِ ٧**. يقومُ الكبدُ بالوظائفِ التاليةِ:

- يصنعُ الصفراءَ لتفكيكِ الدهونِ.
- يخزنُ موادَّ غذائيَّةً.
- يحلِّلُ السمومَ.

تفكيكُ الدهونِ

بالرغمِ من أنَّ الصفراءَ يصنعُها الكبدُ فإنَّها تُخزَّنُ مؤقَّتًا في عضوٍ كيسيٍّ صغيرٍ يُسمَّى **الحوصلةَ الصفراويَّةَ** Gallbladder، التي تظهرُ في **الشكلِ ٧**. تصبُّ الصفراءُ من الحوصلةِ الصفراويَّةِ إلى داخلِ الأمعاءِ الدقيقةِ، حيث تقومُ بتحطيمِ القطراتِ الدهنيَّةِ الكبيرةِ إلى قطراتٍ صغيرةٍ جدًّا. هذه العمليَّةُ الميكانيكيَّةُ تسمحُ بتعريضِ عددٍ أكبرَ من الجُزيئاتِ الدهنيَّةِ للأنزيماتِ الهضميَّةِ.

خزنُ الموادِّ الغذائيَّةِ وحمايةُ الجسمِ

يتمُّ امتصاصُ الموادِّ الغذائيَّةِ فورَ تفكيكِها إلى مجرى الدمِ، الذي يحملُها إلى أنحاءِ الجسمِ كافَّةً. أمّا الموادُّ الغذائيَّةُ التي لا يحتاجُ إليها الجسمُ فورًا فتخزنُ في الكبدِ. بعدَ ذلك يطلقُ الكبدُ الموادَّ الغذائيَّةَ المختزنةَ إلى مجرى الدمِ عند الحاجةِ. ويحجزُ الكبدُ أيضًا الكثيرَ من الموادِّ الكيميائيَّةِ التي في الجسمِ ويزيلُ سمومَها. يُنتِجُ الكبدُ مثلاً أنزيماتٍ تحلِّلُ الكثيرَ من العقاقيرِ الكيميائيَّةِ.

الكبدُ: أكبرُ عضوٍ في الجسمِ؛ وهو يصنعُ الصفراءَ، ويحلِّلُ السمومَ، ويختزنُ السكَّرَ الزائدَ على صورةِ جليكوجين.

الحوصلةُ الصفراويَّةُ: عضوٌ كيسيٌّ يختزنُ الصفراءَ التي ينتجُها الكبدُ.

نشاطٌ منزليٌّ

نموذجُ الصفراءِ

يمكنُكَ أن تصنعَ نموذجًا لطريقةِ تفكيكِ الصفراءِ للدهونِ والزيوتِ باستخدامِ سائلِ الجَلْيِ. في البيتِ مع أحدِ الوالدَيْنِ أو مع شخصٍ راشدٍ، ضعْ كمِّيَّةً صغيرةً من الماءِ في إناءٍ زجاجيٍّ صغيرٍ. ثم أضفْ بضعَ قطراتٍ من الزيتِ النباتيِّ إلى الماءِ. لاحظْ كيف ينفصلُ السائلانِ. ارسمْ صورةً للإناءِ الزجاجيِّ ومحتوياتِهِ. بعد ذلك، أضفْ بضعَ قطراتٍ من سائلِ الجَلْيِ إلى الماءِ، أغلقْ غطاءَ الإناءِ الزجاجيِّ بإحكامٍ، ورجَّ الإناءَ. ماذا حدثَ للسوائلِ الثلاثةِ في الإناءِ الزجاجيِّ؟ ارسمْ صورةً أخرى للإناءِ الزجاجيِّ ومحتوياتِهِ.

تحقَّقْ

كيف تساهمُ الصفراءُ في هضمِ الدهونِ؟

الأمعاءُ الغليظةُ

الأمعاءُ الغليظةُ: الجزءُ الأوسعُ والأقصرُ من الأمعاءِ، الذي يزيلُ الماءَ من الطعامِ المهضومِ ويحوِّلُ الفضلاتِ إلى برازٍ شبهِ صلبٍ.

المادَّةُ التي لا يستطيعُ الدمُ امتصاصَها تُدفَعُ إلى الأمعاءِ الغليظةِ. **الأمعاءُ الغليظةُ** Large intestine عضوٌ في الجهازِ الهضميِّ يخزنُ الموادَّ غيرَ القابلةِ للهضمِ، ثم يضغطُها ويطرحُها مخلِّصًا الجسمَ منها. الأمعاءُ الغليظةُ، الظاهرةُ في **الشكل ٨**، قطرُها أكبرُ من قطرِ الأمعاءِ الدقيقةِ. يبلغُ طولُ الأمعاءِ الغليظةِ حوالَيْ 1.5 m وقطرُها حوالَيْ 7.5 cm.

تدخلُ الموادُّ غيرُ المهضومةِ الأمعاءَ الغليظةَ بشكلِ خليطٍ. تمتصُّ الأمعاءُ الغليظةُ معظمَ الماءِ من هذا الخليطِ، وتحوِّلُ بقيَّةَ السائلِ إلى فضلاتٍ شبهِ صلبةٍ تُسمّى البرازَ.

يوجدُ في القمحِ والفواكهِ والخضراواتِ كربوهيدراتٌ تسمّى السليلوزَ. لا يقدرُ الإنسانُ على هضمِ السليلوزِ. يُشارُ إلى هذه المادَّةِ عمومًا، بكلمةِ **الألياف**. تحافظُ الأليافُ على طراوةِ البرازِ وتتيحُ مواصلةَ حركةِ الموادِّ عبرَ الأمعاءِ الغليظةِ.

تحقَّقْ

كيفَ يساهمُ أكلُ الألياف في الهضم؟

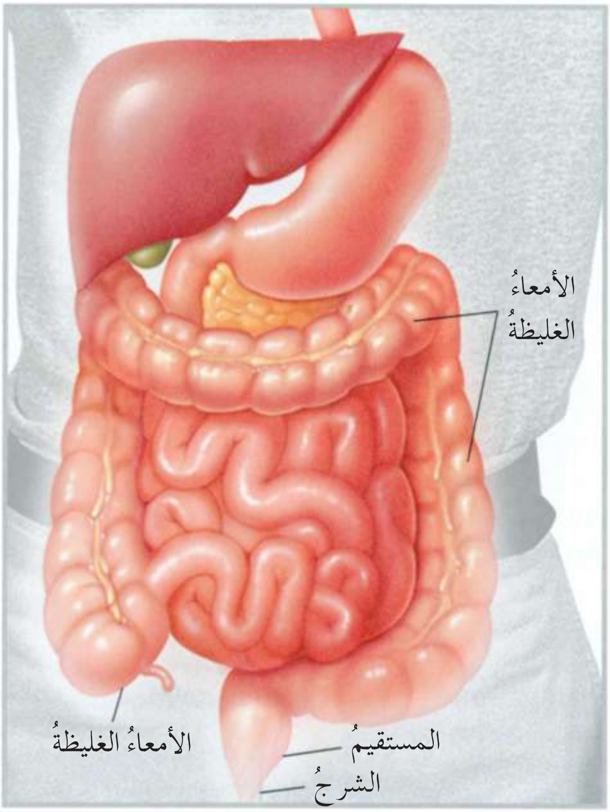
التبرُّزُ

المستقيمُ هو آخرُ جزءٍ من الأمعاءِ الغليظةِ. يختزنُ المستقيمُ البرازَ حتى يجري طرحُهُ. يطرحُ البرازُ خارجَ الجسمِ عبرَ فُتحةِ الشرجِ. تحتاجُ الشطيرةُ الذي تتناولُها إلى حوالَيْ ٢٤ ساعةً لتنهيَ هذه الرحلةَ عبرَ جهازِكَ الهضميِّ.

رابطُ علمِ البيئةِ

طرحُ الفضلاتِ

يحتوي برازُ الإنسانِ وفضلاتُهُ الأخرى، على كائناتٍ حيَّةٍ دقيقةٍ وموادَّ أخرى يمكنُ أن تلوِّثَ مياهَ الشربِ. يذهبُ الماءُ والفضلاتُ عبرَ مجاري الصرفِ الصحّيِّ إلى البيئةِ الطبيعيَّةِ أو إلى محطَّةِ معالجةٍ. في محطَّةِ معالجةِ المياهِ العادمةِ، تُزالُ الجراثيمُ المسبِّبةُ للأمراضِ، ويُعادُ الماءُ نظيفًا إلى الأنهارِ أو البحيراتِ. ابحثْ عن أماكنَ في منطقتِكَ تقعُ عليها محطّاتُ معالجةِ المياهِ العادمةِ. قدِّمْ تقريرًا إلى صفِّكَ تبيِّنُ فيه أينَ تذهبُ المياهُ العادمةُ.



الشكل ٨ الأمعاءُ الغليظةُ هي عضوُ الهضمِ الأخيرُ.

مراجعةُ القسمِ

ملخَّصٌ

- جهازُكَ الهضميُّ مجموعةٌ من الأعضاءِ تعملُ معًا في هضمِ الطعامِ حتى يستطيعَ الجسمُ استخدامَ الموادِّ الغذائيَّةِ التي يحتوي عليها ذلك الطعامُ.
- يُسمَّى تفكيكُ الطعامِ وهرسُه الهضمَ الميكانيكيَّ. الهضمُ الكيميائيُّ هو العمليَّةُ التي يتمُّ فيها تكسيرُ الجزيئاتِ الكبيرةِ من الطعامِ إلى جزيئاتٍ أبسطَ.
- تخلطُ المعدةُ الطعامَ مع الحمضِ والأنزيماتِ التي تفكِّكُ الطعامَ. ويسمَّى الخليطُ الكيموسَ.
- في الأمعاءِ الدقيقةِ يختلطُ السائلُ البنكرياسيُّ والصفراءُ مع الكيموسِ.
- من الأمعاءِ الدقيقةِ، تدخلُ الموادُّ الغذائيَّةُ إلى مجرى الدّمِ وتوزَّعُ على خلايا الجسمِ.
- يصنعُ الكبدُ الصفراءَ، ويختزنُ الموادَّ الغذائيَّةَ ويفكِّكُ السمومَ.
- تمتصُّ الأمعاءُ الغليظةُ الماءَ، ممّا يحوّلُ الفضلاتِ السائلةَ إلى برازٍ شبهِ صلبٍ.

مراجعةُ المُفرداتِ والمفاهيمِ

١. استخدمْ كلاًّ من المصطلحاتِ التاليةِ في جملةٍ منفصلةٍ: **الجهازَ الهضميَّ، الأمعاءِ الغليظةِ، الأمعاءِ الدقيقةِ.**

استيعابُ الأفكارِ الرئيسةِ

٢. أيٌّ من التالي **ليسَ** من وظائفِ الكبدِ؟
   أ. إفرازُ الصفراءِ.
   ب. تخزينُ الموادِّ الغذائيَّةِ.
   ج. إزالةُ سمومِ الموادِّ الكيميائيَّةِ.
   د. تحويلُ الفضلاتِ إلى برازٍ.

٣. ما الفرقُ بين الهضمِ الميكانيكيِّ والهضمِ الكيميائيِّ؟

٤. ماذا يحدثُ للطعامِ الذي تأكلُهُ عندمَا يصلُ إلى معدتِكَ؟

٥. صفْ وظيفةَ كلٍّ من الكبدِ والحوصلةِ الصفراويَّةِ والبنكرياسِ في عمليَّةِ الهضمِ.

٦. ضعْ خطواتِ الهضمِ التاليةَ بالترتيبِ الصحيحِ.
   أ. يُمضَغُ الطعامُ بوساطةِ الأسنانِ في الفمِ.
   ب. تمتصُّ الأمعاءُ الغليظةُ الماءَ.
   ج. يُحوَّلُ الطعامُ إلى كيموسٍ في المعدةِ.
   د. يتحرَّكُ الطعامُ نزولاً في المريءِ.
   هـ. تمتصُّ الأمعاءُ الدقيقةُ الموادَّ الغذائيَّةَ.
   و. يفرزُ البنكرياسُ أنزيماتٍ.

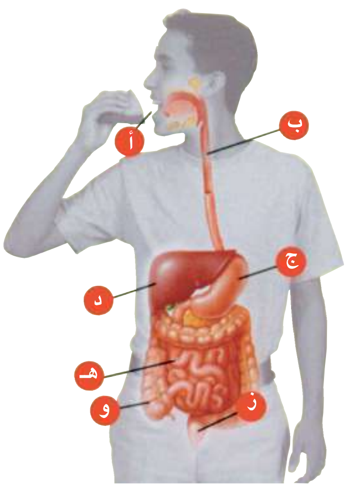
تفكيرٌ ناقدٌ

٧. **تقويمُ الاستنتاجاتِ**: وضِّحِ الجملةَ التاليةَ: «يبدأُ الهضمُ داخلَ الفمِ».

٨. **تحديدُ العلاقاتِ**: كيفَ يؤثِّرُ غيابُ اللعابِ في الهضمِ؟

تفسيرُ الأشكالِ التخطيطيَّةِ

٩. سمِّ وظيفةَ كلِّ عضوٍ في الرسمِ التالي وصفْها.



القسمُ ٢

الجهازُ البوليُّ

في أثناءِ دورانِ الدم عبرَ الأنسجة، يلتقطُ الفضلاتِ التي تُنتِجُها خلايا الجسم. دمُكَ يشبهُ قطارًا يأتي إلى المدينةِ ليوصلَ الإمداداتِ ويحملَ الفضلاتِ إلى خارجِها. إذا لم يتمَّ طرحُ الفضلاتِ، فقد يتسمَّمُ جسمُك.

الإخراجُ هو عمليَّةُ طرحِ الفضلاتِ خارجَ الجسم. تساهمُ ثلاثةُ أجهزةٍ في جسمِكَ بوظيفةِ الإخراج. يطرحُ جهازُكَ الجلديُّ بعضَ الفضلاتِ والماءِ عندَما تتعرَّقُ. ويطلقُ جهازُكَ التنفسيُّ ثنائيَ أوكسيدِ الكاربون والماءَ عند الزفير. أمّا الجهازُ الأخيرُ، **الجهازُ البوليُّ** **Urinary system** فيتكوَّنُ من الأعضاءِ التي تطرحُ الفضلاتِ من دمِكَ.

تنقيةُ الدم

يقومُ جسمُكَ بالأنشطةِ الكيميائيَّةِ التي تبقيكَ حيًّا. وفي أثناءِ ذلك تنتجُ فضلاتٌ مثلُ ثاني أكسيدِ الكربونِ والأمونيا. جسمُكَ يلزمُهُ أن يتخلَّصَ من هذه الفضلاتِ للبقاءِ في حالةٍ صحِّيَّةٍ سليمةٍ. الجهازُ البوليُّ، الظاهرُ في **الشكل ١**، يطرحُ هذه الفضلاتِ من الدم.

مؤشِّراتُ الأداءِ

- يصفُ أجزاءَ الجهازِ البوليِّ ووظائفَهُ.
- يوضِّحُ كيفَ ترشحُ الكليتانِ الدمَ.
- يصفُ ثلاثةَ اختلالاتٍ في الجهازِ البوليّ.

المفرداتُ والمفاهيمُ

- الجهازُ البوليُّ
- الكُليةُ
- النفرونُ

استراتيجيَّةُ القراءةِ

منظِّمُ القراءةِ: في أثناءِ قراءتِك لهذا القسم، ضعْ مخطَّطًا لمفاهيمِهِ الأساسيَّةِ، مستخدمًا عناوينَه.

الجهازُ البوليُّ: مجموعُ الأعضاءِ التي تنتجُ البولَ وتخزنُهُ وتطرحُهُ.

الشكلُ ١ الجهازُ البوليُّ



الكليتانِ وعمليَّةُ الترشيحِ

الكُليتانِ Kidneys زوجٌ من الأعضاءِ التي تنقّي الدمَ باستمرارٍ. كليتاكَ ترشحانِ حواليْ ٢٠٠٠ ليتر من الدمِ كلَّ يومٍ. يحتوي جسمُكَ على ٥,٦ ليتر من الدمِ فقط. وهذا يعني أن دمكَ يمرُّ عبرَ كليتَيكَ حوالَيْ ٣٥٠ مرَّةً في اليومِ!

يوجدُ في كلِّ كليةٍ، كهذه الظاهرةِ في **الشكلِ ٢**، أكثرُ من مليونِ نفرونٍ. **النفروناتُ Nephrons** مرشِّحاتٌ مجهريَّةٌ في داخلِ الكليةِ تزيلُ الموادَّ الضارَّةَ من الدمِ. من أهمِّ الموادِّ التي تزيلُها النفروناتُ مادَّةُ البولينا، أو اليوريا، التي تحتوي على النيتروجينِ والتي تتكوَّنُ عندَما تَستخدِمُ الخلايا البروتينَ في العمليَّاتِ الحيويَّةِ.

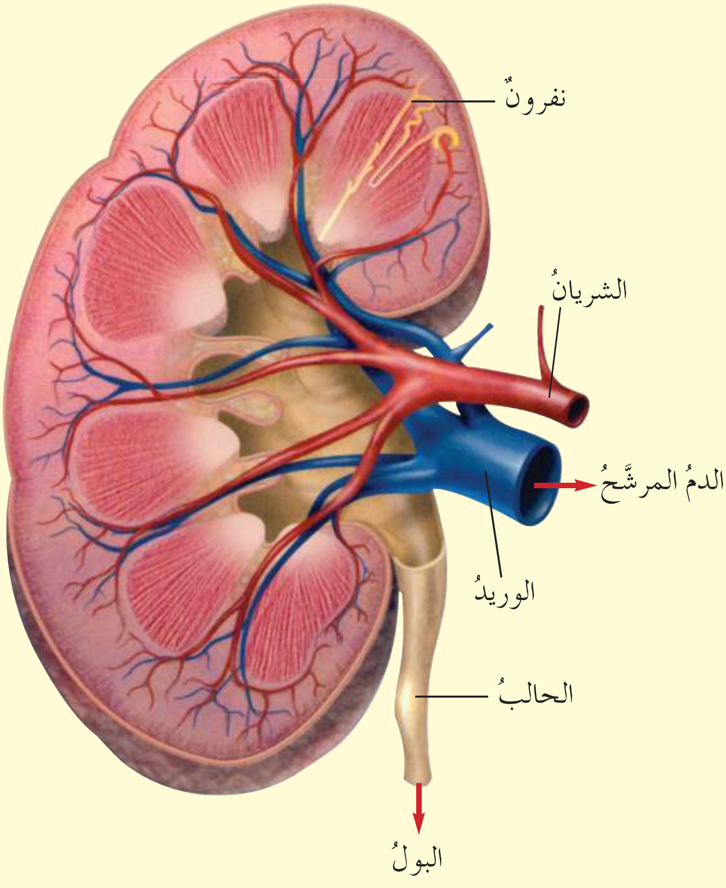
الكليةُ: في الجسمِ كليتانِ، والكليةُ عضوٌ يرشحُ الماءَ والفضلاتِ من الدمِ ويطرحُ هذه الموادَّ بشكلِ بولٍ.

النفرونُ: وحدةُ تركيبِ الكليةِ التي تقومُ بترشيحِ الدمِ، واستخلاصِ البولِ منه.

تحقَّقْ

ما علاقةُ النفروناتِ بالكليتَيْنِ؟

الشكلُ ١ كيف ترشحُ الكليتانِ الدمَ



١ يوصِّلُ شريانٌ كبيرٌ الدمَ إلى كلِّ كُليةٍ.

٢ تتفرَّعُ أوعيةٌ دمويَّةٌ صغيرةٌ جدًّا من الشريانِ الرئيسِ وتمرُّ خلالَ أحدِ مكوِّناتِ النفرونِ.

٣ الماءُ وموادُّ أخرى صغيرةٌ، كالجلوكوزِ والأملاحِ والأحماضِ الأمينيَّةِ والبولينا، ترشحُ خارجَ الأوعيةِ الدمويَّةِ إلى النفروناتِ.

٤ عندَما تنسابُ هذه الموادُّ عبرَ النفروناتِ، يعودُ معظمُ الماءِ وبعضُ الموادِّ الغذائيَّةِ إلى الأوعيةِ الدمويَّةِ الملتفَّةِ حولَ النفروناتِ. يبقى خليطٌ مركَّزٌ من الفضلاتِ في النفروناتِ.

٥ الدمُ المنظَّفُ، الذي يحتوي على ماءٍ أقلَّ نوعًا ما، وفضلاتٍ أقلَّ بكثيرٍ من ذي قبل، يغادرُ كلَّ كليةٍ إلى وريدٍ كبيرٍ ليعودَ إلى الدورانِ في أنحاءِ الجسمِ.

٦ السائلُ الأصفرُ الذي يبقى داخلَ النفروناتِ يسمّى **البولَ**. يغادرُ البولُ كلَّ كليةٍ عبرَ أنبوبٍ دقيقٍ يسمّى **الحالبَ**، ويصبُّ في **المثانةِ** حيثُ يخزنُ.

٧ يغادرُ البولُ الجسمَ عبرَ أنبوبٍ آخرَ يسمّى الإحليلَ. وتُسمّى عمليَّةُ طرحِ البولِ من الجسمِ التبوُّلَ.



الشكلُ ٣ شربُ الماءِ في أثناءِ الرياضةِ يساعدُكَ على تعويضِ الماءِ الذي تفقدُهُ بالتعرُّقِ.

توازنُ ماءِ الجسمِ

تشربُ الماءَ وتفقدُهُ كلَّ يومٍ في العرقِ والبولِ. وعليكَ أن تطرحَ ماءً بمقدارِ ما تشربُ. إذا لم تفعلْ ذلك فإنَّ جسمَكَ ينتفخُ. إذنْ، كيفَ يحافظُ جسمُكَ على مستوًى متوازنٍ للماءِ؟ إن ما يتحكَّمُ في توازنِ السوائلِ رسائلُ كيميائيَّةٌ ينتجُها الجسمُ، تسمّى **الهرموناتِ**.

العرقُ والعطشُ

عندَما يسخنُ جسمُكَ فوقَ العادةِ، كما يحدثُ للشابِّ في **الشكل ٣**، تفقدُ كثيرًا من الماءِ بشكلِ عرقٍ. تبخُّرُ الماءِ عبرَ جلدِكَ يبرِّدُ جسمَكَ. عندَما ينخفضُ مستوى الماءِ في الدمِ، تُنتجُ الغددُ اللعابيَّةُ كمّيَّةً أقلَّ من اللعابِ. هذا أحدُ أسبابِ شعورِنا بالعطشِ.

الهرمونُ المضادُّ للتبوُّلِ

عندَما نعطشُ، تستجيبُ أيضًا أجزاءٌ أخرى من الجسمِ لنقصِ الماءِ. فينطلِقُ داخلَ الجسمِ هرمونٌ يسمّى **الهرمونَ المضادَّ للتبوُّلِ**، أو ADH، هذا الهرمونُ يحفِّزُ الكليتَيْنِ لتأخذا الماءَ من النفروناتِ. تعيدُ النفروناتُ الماءَ إلى مجرى الدمِ. وهكذا يقلُّ إنتاجُ البولِ في الكليتَيْنِ. عندَما يكونُ في الدمِ ماءٌ أكثرُ من العادةِ، يُطلقُ الجسمُ كمِّيّاتٍ قليلةً من الهرمونِ المضادِّ للتبوُّلِ. فتستجيبُ الكليتانِ بالسماحِ لكمِّيّاتٍ أكبرَ من الماءِ بالبقاءِ في النفروناتِ وزيادةِ كمِّيَّةِ البولِ.

مُدِرّاتُ البولِ

تحتوي بعضُ المشروباتِ على الكافيينِ، وهو **مُدِرٌّ للبولِ**. تجعلُ مدرّاتُ البولِ الكليتَيْنِ تنتجانِ كمِّيّاتٍ أكبرَ من البولِ، وهو ما يُنقِصُ مستوى الماءِ في الدمِ. عندَما تشربُ شرابًا يحتوي على الماءِ والكافيينِ، فإنَّ الكافيينَ يزيدُ من فقدانِ الماءِ. هكذا ينالُ الجسمُ من الشرابِ المحتوي على الكافيينِ كمّيَّةً من الماءِ أقلَّ مما ينالُهُ من كوبِ ماءٍ.

رابطُ صحَّةٍ

تناولُ المشروباتِ ممنوعٌ

في أثناءِ موسمِ كرةِ القدمِ، يحذِّرُ المدرِّبُ كلَّ أعضاءِ الفريقِ من تناولِ المشروباتِ المحتويةِ على الكافيينِ. هذه الأخبارُ تزعجُ الكثيرَ من اللاعبينَ. تظاهرْ أنك المدرِّبُ. اكتبْ رسالةً إلى أعضاءِ الفريقِ توضحُ لهم فيها أن شربَ الماءِ أفضلُ من المشروباتِ المحتويةِ على الكافيينِ. اقرأ الرسالةَ بصوتٍ مسموعٍ على أفرادِ عائلتِكَ. اسألْهم كيف يمكنُكَ أن تجعلَ رسالتَكَ أكثرَ إقناعًا.

تحقَّقْ

ما مُدِرّاتُ البولِ؟

اختلالاتُ الجهازِ البوليِّ

ينظِّمُ الجهازُ البوليُّ سوائلَ الجسمِ، ويطرحُ الفضلاتِ من الدم. أيُّ مشكلةٍ في تنظيمِ الماءِ قد تشكلُ خطرًا على جسمِك. ومن هذه الاختلالاتِ:

- **العدوى البكتيريَّةُ** يمكنُ أن تدخلَ البكتيريا إلى المثانةِ والحالبَيْنِ عبرَ الإحليلِ وتسبِّبَ عدوى مؤلمة. يجبُ أن تعالَجَ العدوى في مرحلةٍ مبكرةٍ، قبلَ أن تمتدَّ إلى الكليتَيْنِ. قد تسبِّبُ إصابةُ الكليتَيْنِ تلفًا دائمًا للنفروناتِ.
- **حصى الكلى** أحيانًا تتراكمُ الأملاحُ وفضلاتٌ أخرى داخلَ الكليتَيْنِ وتشكِّلُ حصاةً كلويَّةً كهذه الحصاةِ الظاهرةِ في **الشكل ٤**. بعضُ الحصى الكلويِّ يعترضُ تدفُّقَ البولِ ويسبِّبُ الألمَ. معظمُ الحصى الكلويِّ يخرجُ من الجسمِ طبيعيًّا، لكن يلزمُ أحيانًا إزالتُه بوساطةِ طبيبٍ.
- **الأمراضُ الكلويَّةُ** أيُّ تلفٍ في النفروناتِ يمكنُ أن يعطِّلَ العملَ الطبيعيَّ للكليةِ، وقد يؤدّي إلى مرضٍ كلويٍّ. إذا لم تعدْ كليتا الشخصِ تعملانِ بشكلٍ طبيعيٍّ، فسوفَ يُضطرُّ إلى استخدامِ كليةٍ صناعيَّةٍ لترشيحِ الفضلاتِ من الدمِ أو زراعةِ كليةٍ طبيعيَّةٍ من إنسانٍ متبرِّعٍ.



الشكلُ ٤ هذه الحصاةُ الكلويَّةُ كانَ يجبُ أن تزالَ من الجهازِ البوليِّ لأحدِ المرضى.

مراجعةُ القسمِ

ملخّص

- يطرحُ الجهازُ البوليُّ الفضلاتِ السائلةَ بشكلِ بولٍ. المرشحاتُ المجهريَّةُ في الكليةِ تسمَّى النفروناتِ.
- يعودُ معظمُ الماءِ الذي رشحَ من الدمِ إلى مجرى الدمِ. يمرُّ البولُ عبرَ الحالبِ إلى المثانةِ، ويخرجُ من الجسمِ عبرَ الإحليلِ.
- تشملُ اختلالاتُ الجهازِ البوليِّ العدوى البكتيريَّةَ والحصى الكلويَّ والأمراضَ الكلويَّةَ.

مراجعةُ المفرداتِ والمفاهيمِ

١. اكتبْ بأسلوبِك تعريفًا للجهازِ البوليِّ.

استيعابُ الأفكارِ الرئيسةِ

٢. أيٌّ من التالي يحدُثُ أوّلاً؟
 أ. يُمتصُّ الماءُ إلى الدمِ.
 ب. يوصلُ شريانٌ كبيرٌ الدمَ إلى الكليةِ.
 ج. يدخلُ الماءُ إلى النفروناتِ.
 د. يفصلُ النفرونُ الماءَ عن الفضلاتِ.

٣. كيفَ ترشحُ الكليةُ الدمَ؟

٤. صفْ ثلاثةَ اختلالاتٍ في الجهازِ البوليِّ.

مهاراتٌ رياضيّاتٌ

٥. أظهرَتْ إحدى الدراساتِ أنَّ ٧٥٪ من الأولادِ المراهقينَ يشربونَ لترًا واحدًا من المشروباتِ الغازيَّةِ في اليومِ. ما عددُ علبِ المشروباتِ الغازيَّةِ ذاتِ السعةِ 250 mL التي يشربُها ولدٌ في أسبوعٍ، إذا كانَ يشربُ لترًا واحدًا كلَّ يومٍ؟

تفكيرٌ ناقدٌ

٦. **تطبيقُ المفاهيمِ**: أيُّهما بهِ ماءٌ أكثرُ: الدمُ الذي يدخلُ الكليةَ أم الدمُ الذي يغادرُها؟

٧. **توقُّعُ النتائجِ**: عندَما تزالُ كليةٌ واحدةٌ من جسمِ شخصٍ، تستطيعُ، في الغالبِ، كليتُهُ الأخرى أن تحافظَ على نظافةِ دمِهِ. إلا أنَّ الكليةَ الباقيةَ غالبًا ما يطرأُ عليها تغيُّرٌ. ما توقُّعُكَ لهذا التغيُّرِ الطارئِ على الكليةِ الباقيةِ كي تقومَ بعملِ كُليتَيْنِ؟

مُراجَعَةُ الْفَصلِ

مراجعةُ المُفرداتِ والمفاهيم

وضِّح المقصودَ بكلٍّ من المفرداتِ والمفاهيمِ التاليةِ:

١. البنكرياسُ
٢. المعدةُ
٣. الكليةُ
٤. الجهازُ البوليُّ
٥. الجهازُ الهضميُّ
٦. الأمعاءُ الغليظةُ

استيعابُ الأفكارِ الرئيسةِ

اختيارٌ من مُتعدِّدٍ

٧. الهرمونُ الذي يعطي إشارةً للكليتَيْنِ كي تقلِّلا من إنتاجِ البولِ، هو:
أ. GH.
ب. ACD.
ج. ADH.
د. ATP.

٨. أيٌّ من الأعضاءِ التاليةِ يساهمُ في الهضمِ بإنتاجِهِ الصفراءَ؟
أ. المعدةُ.
ب. البنكرياسُ.
ج. الأمعاءُ الدقيقةُ.
د. الكبدُ.

٩. جزءٌ من الكليةِ يرشحُ الدمَ هو:
أ. الشريانُ.
ب. الحالبُ.
ج. النفرونُ.
د. الإحليلُ.

١٠. النتوءاتُ الشبيهةُ بالأصابعِ التي تبطِّنُ الأمعاءَ الدقيقةَ تُسمّى:
أ. المستحلباتِ.
ب. الدهنيّاتِ.
ج. الأحماضَ الأمينيَّةَ.
د. الخملاتِ.

١١. أيٌّ من التالي **ليسَ** جزءًا من القناةِ الهضميَّةِ؟
أ. المريءُ.
ب. الكُليةُ.
ج. المعدةُ.
د. المستقيمُ.

١٢. الخليطُ المكوَّنُ من الطعامِ والأنزيماتِ والأحماضِ في المعدةِ، يسمّى:
أ. الكيموسَ.
ب. الخملاتِ.
ج. البولينا (اليوريا).
د. الفيتامينات.

١٣. أيٌّ ممّا يلي **ليسَ** من وظائفِ المعدةِ؟
أ. تخزينُ الغذاءِ.
ب. الهضمُ الكيميائيُّ.
ج. الهضمُ الميكانيكيُّ.
د. إفرازُ الصفراءِ.

١٤. من إفرازاتِ الكبدِ:
أ. الغذاءُ.
ب. البولُ.
ج. الصفراءُ.
د. الخملاتُ.

١٥. يصلُ المريءُ:
أ. البلعومَ بالمعدةِ.
ب. المعدةَ بالأمعاءِ الدقيقةِ.
ج. الكليةَ بالنفروناتِ.
د. المعدةَ بالأمعاءِ الغليظةِ.

إجابةٌ قصيرةٌ

١٦. ما أهمّيَّةُ إفرازِ الكربوناتِ الهيدروجينيَّةِ من البنكرياسِ إلى الأمعاءِ الدقيقةِ؟

١٧. كيف يساهمُ تركيبُ الأمعاءِ الدقيقةِ في امتصاصِ الموادِّ الغذائيَّةِ؟

١٨. ما المقصودُ بحصى الجهازِ البوليِّ؟

تفكيرٌ ناقدٌ

١٩. خريطةُ المفاهيم: استخدمِ المفرداتِ والمفاهيمَ التاليةَ لبناءِ خريطةِ مفاهيمَ: **الأسنان، المعدة، الهضمَ، الصفراء، اللعابَ، الهضمَ الميكانيكيّ، الحوصلةَ الصفراويَّةَ، الهضمَ الكيميائيّ.**

٢٠. توقُّعُ النتائج: كيف يتأثَّرُ الهضمُ إذا تضرَّرَ الكبدُ؟

٢١. تحليلُ العمليّات: عندَما تضعُ في فمِكَ قطعةً من الطعامِ الغنيِّ بالكربوهيدرات، كالخبز، أو البطاطس، لا تشعرُ بحلاوتِها. لكن إذا بقيَ الطعامُ فوقَ لسانِكَ برهةً، يبدأُ مذاقُهُ بالتغيُّرِ إلى الطعمِ الحلو. ما العمليَّةُ الهضميَّةُ التي تؤدّي إلى هذا التحوُّلِ في الطعمِ؟

٢٢. مقارنةٌ: تبدأُ عمليَّةُ إعادةِ التدويرِ لأحدِ أنواعِ البلاستيكِ بتكسيرِ البلاستيكِ إلى قطعٍ صغيرةٍ. بعدَ ذلك تُستخدمُ موادُّ كيميائيَّةٌ لتكسيرِ أشتاتِ البلاستيكِ الصغيرةِ إلى مكوِّناتِها التركيبيَّةِ الأساسيَّةِ. ثم تُستخدمُ هذه المكوِّناتُ الأساسيَّةُ لصنعِ بلاستيكٍ جديدٍ. موظِّفًا شكلَ «فن»، ارصدْ جوانبَ الشبهِ والاختلافِ بينَ هذهِ العمليَّةِ وعمليَّةِ الهضمِ في الإنسان.

تفسيرُ الأشكالِ التخطيطيَّةِ

يظهرُ الرسمُ البيانيُّ التالي المدَّةَ التي تقضيها وجبةٌ ما في كلِّ جزءٍ من قناتِكَ الهضميَّةِ. استخدمِ الرسمَ البيانيَّ للإجابةِ عن الأسئلةِ التي تليهِ.



٢٣. في أيِّ جزءٍ من قناتِكَ الهضميَّةِ يبقى الطعامُ أطولَ مدَّةٍ؟

٢٤. تزيدُ مدَّةُ بقاءِ الطعامِ في الأمعاءِ الدقيقةِ على مدَّةِ بقائِهِ في المعدةِ. ما معدَّلُ هذه الزيادةِ؟

٢٥. أيُّ عضوٍ يخلِطُ الطعامَ بموادَّ خاصَّةٍ ليكوِّنَ الكيموسَ؟ كم يستغرقُ بقاءُ الطعامِ في هذا العضوِ تقريبًا؟

٢٦. تحطِّمُ الصفراءُ قطراتِ الدهنِ الكبيرةَ وتحوِّلُها إلى قطراتٍ صغيرةٍ جدًّا. كم من الوقتِ يبقى الطعامُ في جسمِكَ قبلَ أن تصلَ إليه الصفراءُ؟

الفصل ٤

التكاثُر والتطوُّر

الفكرةُ الرئيسةُ

يضمُّ جسمُ الإنسانِ أجهزةً تعملُ للتكاثرِ والتطوُّرِ.

القسمُ

حولَ الصورةِ

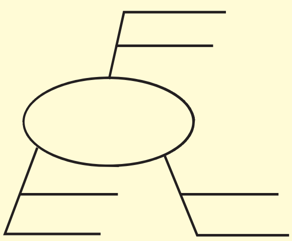
تعبِّرُ هذه الصورةُ الفوتوغرافيَّةُ عن جنينٍ في أثناءِ نموِّه. يتطوَّرُ شكلُ الجنينِ من خليَّةٍ واحدةٍ إلى أن يصبحَ شخصًا كاملاً. فتبارَكَ اللهُ أحسنُ الخالقينَ.



نشاطٌ تمهيديٌّ

المنظم البياني

خريطةٌ متشعِّبةٌ : قبلَ البدءِ بقراءةِ هذا الفصلِ، قمْ بإعدادِ **الخريطةِ المتشعِّبةِ** الموصوفةِ في قسمِ **مهاراتُ الدراسةِ** المدرجةِ في الملحقِ. اكتبْ داخلَ الدائرةِ «التكاثرُ والتطوُّرُ». ارسُمْ ذراعًا لكلِّ عنوانِ قسمٍ. وفي أثناءِ قراءةِ الفصلِ، املأْ الخريطةَ بتفاصيلَ عن موضوعَيِ التكاثرِ والتطوُّرِ مُستخلَصةٍ من كلِّ قسمٍ.





نشاطٌ استهلاليٌّ

كيف ينمو؟

وأنتَ تقرأُ هذه الفقرةَ، تتقدمُ بطيئًا في السنِّ. ينمو جسمُكَ حتى يصبحَ جسمَ إنسانٍ بالغٍ. لكن هل لجسمِكَ النِّسَبُ نفسُها التي لجسمِ البالغِ؟ أكملْ هذا النشاطَ لتكتشفَ ذلك.

الخُطواتُ

١. دعْ زميلَكَ يستخدمْ **شريطَ قياس ومسطرةً متريَّةً** ويقسْ طولَكَ الكلِّيَّ، وطولَ رأسِكَ، وطولَ رجلِكَ. سوف يخبرُكَ معلِّمُكَ كيف تُجري هذه القياساتِ.

٢. استخدمِ المعادلاتِ التاليةَ لحسابِ نسبةِ طولِ رأسِكَ إلى طولِ جسمِكَ الكلِّيِّ، ولحسابِ طولِ رجلِكَ إلى طولِ جسمِكَ الكلِّيِّ.

$$\text{نسبةُ طولِ الرأسِ} = \frac{\text{طولَ الرأسِ}}{\text{طولِ الجسمِ}} \times ١٠٠$$

$$\text{نسبةُ طولِ الرِّجلِ} = \frac{\text{طولَ الرِّجلِ}}{\text{طولِ الجسمِ}} \times ١٠٠$$

٣. سوفَ يعطيكَ معلِّمُكَ قياساتِ كلٍّ من طولِ الرأسِ والجسمِ والرجلِ لثلاثةِ أشخاصٍ بالغينَ. احسُبْ نسبةَ طولِ الرأسِ إلى طولِ الجسمِ، ونسبةَ طولِ الرجلِ إلى طولِ الجسمِ لكلٍّ من البالغينَ الثلاثةِ. سجِّلْ كلَّ القياساتِ والحساباتِ.

التحليلُ

قارنْ نِسَبَكَ مع نِسَبِ البالغينَ الثلاثةِ.

القسمُ
١

التكاثُر عندَ الحيوانِ

عمرُ بعضِ الكائناتِ الحيَّةِ قصيرٌ مقارنةً بعمرِ الإنسانِ. تعيشُ ذبابةُ الفاكهةِ، مثلاً، حوالَي ٤٠ يومًا فقط. وتعيشُ كائناتٌ أخرى أكثرَ بكثيرٍ مما نعيشُ. بعضُ أنواعِ أشجارِ الصنوبرِ، مثلاً، تعيشُ عمرًا قد يصلُ إلى ٥٠٠٠ سنة تقريبًا.

إلاّ أنَّ الكائناتِ الحيَّةَ كلَّها ستموتُ في النهايةِ. ولكي يستمرَّ نوعٌ من الكائناتِ الحيَّةِ يلزمُهُ أن تتكاثرَ أفرادُه.

مؤشّراتُ الأداءِ

- يميِّزُ بين التكاثرِ اللاجنسيِّ والتكاثرِ الجنسيِّ.
- يوضِّحُ الاختلافَ بين الإخصابِ الخارجيِّ والإخصابِ الداخليِّ.
- يحدِّدُ ثلاثةَ أنواعٍ مختلفةٍ من التكاثرِ عند الثدييّاتِ.

المفرداتُ والمفاهيمُ

التكاثرُ اللاجنسيُّ
التكاثرُ الجنسيُّ
البيضةُ
الحيوانُ المنويُّ
الإخصابُ الخارجيُّ
الإخصابُ الداخليُّ

استراتيجيَّةُ القراءةِ

دليلُ التوقُّعِ: قبلَ قراءةِ هذا القسمِ، اكتبْ عناوينَ أجزائِه. ثم اكتبْ تحتَ كلِّ عنوانٍ ما تعتقدُ أنّكَ ستتعلَّمُه.

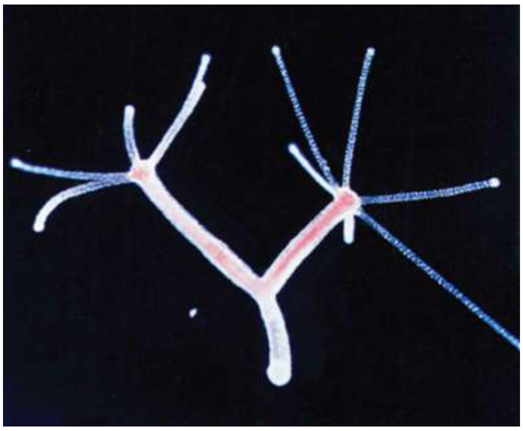
التكاثرُ اللاجنسيُّ

بعضُ الحيواناتِ، وبخاصةِ البسيطةَ منها، تتكاثرُ لاجنسيًّا. في **التكاثرِ اللاجنسيِّ** Asexual reproduction، تكونُ أبناءُ الفردِ التي تنشأُ منه مماثلةً له وراثيًّا.

التبرعمُ هو أحد أنواعِ التكاثرِ اللاجنسيِّ. يحدثُ التبرعمُ عندما يبدأُ جزءٌ من الكائنِ الأصليِّ بالنموِّ إلى الخارجِ ليكوِّنَ كائنًا جديدًا. ينفصلُ الكائنُ الجديدُ عن الكائنِ الأصليِّ ويعيشُ مستقلاً. الهيدرا، الظاهرةُ في **الشكل ١**، تتكاثرُ بوساطةِ التبرعمِ. الهيدرا الجديدةُ مماثلةٌ للفردِ الأصليِّ وراثيًّا.

التجزُّؤُ نوعٌ ثانٍ من التكاثرِ اللاجنسيِّ. في **التجزُّؤِ** تنفصلُ أجزاءٌ من كائنٍ حيٍّ أصليٍّ وتنمو لتكوِّنَ أفرادًا جديدةً مماثلةً للفردِ الأصليِّ. بعضُ الكائناتِ، كالدودةِ المفلطحةِ المسمّاةِ **بلاناريا**، تتكاثرُ بوساطةِ التجزُّؤِ. نوعٌ ثالثٌ من التكاثرِ اللاجنسيِّ، يُسمّى **التجدُّد**، وهو يشبهُ التجزُّؤَ. عندَما يفقدُ كائنٌ قادرٌ على التجدُّدِ، كنجمِ البحرِ الظاهرِ في **الشكل ٢**، جزءًا من جسمِهِ، فإنَّ ذلك الجزءَ المنفصلَ يمكنُهُ أن ينموَ لتكوينِ كائنٍ جديدٍ كليًّا.

التكاثرُ اللاجنسيُّ: التكاثرُ الذي لا يتضمَّنُ اتّحادَ خلايا جنسيَّةٍ، بل يُنتِجُ فيه فردٌ واحدٌ أبناءً مماثلةً له وراثيًّا.



الشكلُ ١ سينفصلُ برعمُ الهيدرا عن الحيوانِ الأصليِّ. وهناكَ براعمُ من كائناتٍ أخرى، كأنواعٍ معيَّنةٍ من المرجانِ، تبقى مرتبطةً بالفردِ الذي نشأتْ منه.



الشكلُ ٢ الذراعُ الكبرى لنجمِ البحرِ هذا كانَتْ قد قُطِعَتْ من نجمٍ آخرَ، ويتجدَّدُ منها نجمُ بحرٍ جديدٍ. وستنمو، مع الوقتِ، كلُّ أذرعِ نجمِ البحرِ إلى المستوى نفسِه.

التكاثرُ الجنسيُّ

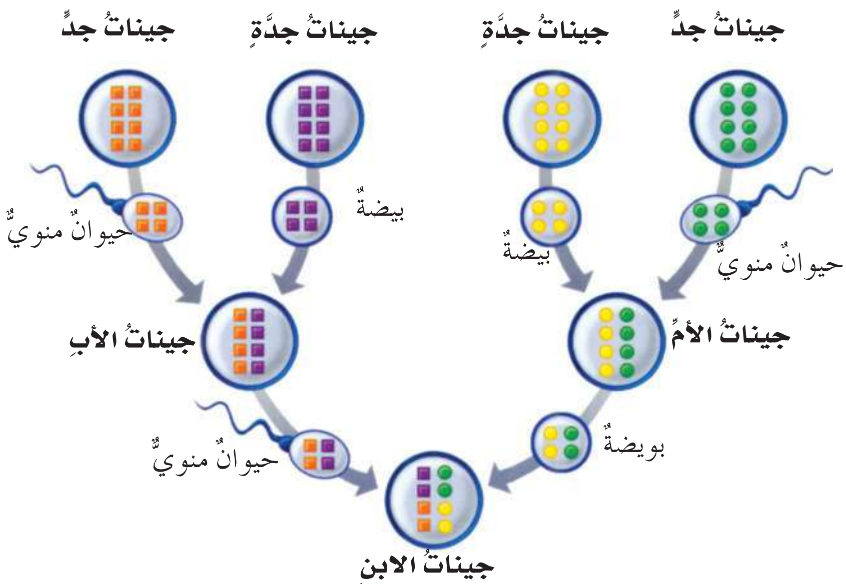
تتكاثرُ معظمُ الحيواناتِ جنسيًا. في **التكاثرِ الجنسيِّ** Sexual reproduction، تتكوَّنُ الأبناءُ عندما تندمجُ معلوماتٌ وراثيَّةٌ من أبوَيْن. التكاثرُ الجنسيُّ في الحيواناتِ يستلزمُ عادةً أبوَيْن، ذكرًا وأنثى. تُنتجُ الأنثى خلايا جنسيَّةً تُسمَّى **البيض** Eggs. ويُنتجُ الذكرُ خلايا جنسيَّةً تُسمّى **الحيواناتِ المنويَّةَ** Sperm. عندما تتَّحدُ نواةُ البويضةِ مع نواةِ الحيوانِ المنويِّ، تتكوَّنُ البويضةُ المخصَّبةُ.

تحتوي كلُّ خليَّةٍ من الخلايا البشريَّةِ، باستثناءِ البيضِ والحيواناتِ المنويَّةِ وخلايا الدمِ الحمراءِ الناضجةِ، على ٤٦ كروموسومًا. ينشأُ البيضُ والحيواناتُ المنويَّةُ بواسطةِ عمليَّةٍ تُسمّى الانشطارَ الاختزاليَّ. الانشطارُ الاختزاليُّ في الإنسانِ، هو انقسامُ خليَّةٍ واحدةٍ لديها ٤٦ كروموسومًا، إلى خليتَيْن، ثم تنقسمُ كلُّ خليةٍ إلى خليتَيْن لينتجَ أربعُ خلايا تضمُّ كلّ منها ٢٣ كروموسومًا. وعندَما تتَّحدُ البيضةُ والحيوانُ المنويُّ لتكوينِ بيضةٍ مخصَّبةٍ، يُستعادُ العددُ الأصليُّ وهو ٤٦ كروموسومًا.

المعلوماتُ الوراثيَّةُ موجودةٌ في **الجيناتِ**. والجيناتُ تقعُ على **الكروموسوماتِ** المكوَّنةِ من حمضِ DNA. في أثناءِ الإخصابِ. يؤدِّي اتِّحادُ مجموعتَيْ جيناتِ الأبوَيْن إلى تطوُّرِ البويضةِ المخصَّبةِ لتصبحَ فردًا مميَّزًا. يُظهرُ **الشكلُ ٣** كيفَ تختلطُ الجيناتُ في البيضةِ المخصَّبةِ خلالَ ثلاثةِ أجيالٍ.

الشكلُ ٣ وراثةُ الجيناتِ

البيضُ والحيواناتُ المنويَّةُ تحتوي على كروموسوماتٍ. وأنتَ ترثُ الكروموسوماتِ والجيناتِ الموجودةَ عليها من كلا والديكَ، كما ورثَ كلٌّ من والديكَ كروموسوماتِه من والديه.



التكاثرُ الجنسيُّ: التكاثرُ الذي تتَّحدُ فيه الخلايا الجنسيَّةُ من أبوَيْنِ لتنتجَ أبناءً تتشاركُ في سماتِ الأبوَيْن.

البيضةُ: خليَّةٌ جنسيَّةٌ تنتجُها الأنثى.

الحيوانُ المنويُّ: الخليَّةُ الجنسيَّةُ الذكريَّةُ.

تحقَّق

ما التكاثرُ الجنسيُّ؟

رابط فنون لغويَّة

الوراثةُ أم البيئةُ؟

ثمَّةَ جدلٌ يدورُ بينَ العلماءِ حولَ الوراثةِ والبيئةِ وأيُّهما أكثرُ أهمِّيَّةً في تكوينِ الإنسانِ. استخدمِ الإنترنت أو مراجعَ أخرى، واكتبْ بحثًا في مسألةِ: الطبيعةِ والتطبُّعِ. ابحثْ عن معلوماتٍ عن توائمَ متماثلةٍ نشأتْ في بيئاتٍ منفصلةٍ. عندمَا تنهي بحثَكَ، اكتبْ تقريرًا مقنعًا عن التوائمِ يدعمُ أحدَ جانبَيِ الجدلِ. ضمِّنْ تقريرَكَ براهينَ تدعمُ حُجَّتَكَ.

الإخصابُ الداخليُّ والإخصابُ الخارجيُّ

قد يحدثُ الإخصابُ داخلَ جسمِ الأنثى أو خارجَه. عندما يخصِّبُ الحيوانُ المنويُّ البيضةَ خارجَ جسمِ الأنثى، تُسمّى العمليّةُ **الإخصابَ الخارجيَّ** External fertilization. يجبُ أن يحدثَ الإخصابُ الخارجيُّ في بيئةٍ رطبةٍ لئلّا يجفَّ البيضُ المخصَّبُ الحسّاسُ. بعضُ الأسماكِ، كهذه الظاهرةِ في **الشكل ٤**، تتكاثرُ بوساطةِ الإخصابِ الخارجيِّ.

برمائيّاتٌ كثيرةٌ، كالضفادعِ، تتكاثرُ بالإخصابِ الخارجيِّ. حيث تضعُ أنثى الضفدعِ بيضَها. وفي الوقتِ نفسِه، يُطلِقُ ذكرُ الضفدعِ الحيواناتِ المنويَّةَ فوقَ البيضِ ليخصِّبَه. تدعُ الضفادعُ البيضَ المخصَّبَ، عادةً، لينمُوَ بنفسِه. خلالَ حواليْ أسبوعينِ، يفقسُ البيضُ المخصَّبُ محرِّرًا ضفادعَ صغيرةً غيرَ بالغةٍ.



الشكلُ ٤ بعضُ أنواعِ السمكِ، كالسمكِ المهرِّجِ، يُخصَّبُ بيضُها خارجيًّا. البيضُ هو الكتلةُ البرتقاليَّةُ الظاهرةُ على الصخرةِ.

الإخصابُ الخارجيُّ: اتّحادُ الخلايا الجنسيّةِ خارجَ جسمِ أنثى الكائنِ الحيِّ.

الإخصابُ الداخليُّ: إخصابُ بيضةٍ بوساطةِ حيوانٍ منويٍّ داخلَ جسمِ أنثى الكائنِ الحيِّ.

الإخصابُ الداخليُّ

عمليَّةُ اتِّحادِ البيضةِ والحيوانِ المنويِّ داخلَ جسمِ الأنثى، تُسمّى **الإخصابَ الداخليَّ** Internal fertilization. يتيحُ الإخصابُ الداخليُّ لأنثى الحيوانِ أن تحميَ البيضةَ الناميةَ داخلَ جسمِها. الزواحفُ والطيورُ والثدييّاتُ وبعضُ الأسماكِ تتكاثرُ بوساطةِ الإخصابِ الداخليِّ. كثيرٌ من الحيواناتِ التي تستخدمُ الإخصابَ الداخليَّ تستطيعُ أن تضعَ بيضًا مخصَّبًا. فأنثى الدجاجِ، مثلاً، تضعُ عادةً بيضةً أو اثنتَينِ بعد أن يكونَ الإخصابُ الداخليُّ قد حدثَ.

عند معظمِ الثّدييّاتِ، تنمو بيضةٌ مخصَّبةٌ أو أكثرُ داخل جسمِ الأمِّ. وتلدُ ثدييّاتٌ كثيرةٌ صغارَها متطوِّرةَ النموِّ. صغيرُ حمارِ الوحشِ، الظاهرُ في **الشكل ٥**، يستطيعُ أن يقفَ ويرضعَ بعد الولادةِ مباشرةً تقريبًا.

تحقّقْ

ما الفرقُ بين الإخصابِ الداخليِّ والإخصابِ الخارجيِّ؟



الشكلُ ٥ حمارُ الوحشِ الصغيرُ هذا وُلِدَ لتوِّه. وهو قادرٌ على الوقوفِ فورَ ولادتِه. وخلالَ ساعةٍ، سيكونُ قادرًا على الركضِ.

الثدييّاتُ

كلُّ الثَّدييَّاتِ تتكاثرُ جنسيًّا. وكلُّها تُرضِعُ صغارَها لبنًا. تصنَّفُ الثدييّاتُ، بحسبِ طريقةِ تكاثرِها، إلى ثلاثةٍ، هي:

- **الثدييّاتُ البيوضةُ** ثدييّاتٌ تضعُ بيضًا. وبعدَ أن تحضنَ البيضَ ويفقسَ، تتغذّى الصغارُ من اللبنِ الذي يرشحُ من مسامَّ على بطنِ الأمِّ. آكلةُ النملِ الشوكي ومنقارُ البطِّ، ثدييَّاتٌ بيوضةٌ.
- **الثدييّاتُ الكيسيَّةُ** ثدييّاتٌ تلدُ صغارًا حيَّةً متطوّرةً جزئيًّا، كالكنغرِ في **الشكل ٦**، معظمُ الثَّدييّاتِ الكيسيّةِ لها جيوبٌ يتابعُ فيها صغارُها التطوُّرَ بعدَ الولادةِ. الأبوسومُ، والكوالا، ثدييَّاتٌ كيسيَّةٌ.
- **الثَّدييّاتُ المشيميَّةُ** يوجدُ أكثرُ من ٤٠٠٠ نوعٍ من الثدييّاتِ المشيميَّةِ، ومنها الإنسانُ، والخفافيشُ. تتطوَّرُ الثَّدييّاتُ المشيميَّةُ داخل أجسامِ أمّهاتِها قبل الولادةِ. الثدييّاتُ المشيميَّةُ المولودةُ حديثًا أكثرُ تطوُّرًا من مواليدِ الثدييَّاتِ البيوضةِ أو الكيسيَّةِ.



الشكل ٦ الكنغرُ الأحمرُ تدييٌّ كيسيٌّ. الكنغرُ الصغيرُ، كهذا الذي في جيبِ أمِّهِ، يُكملُ تطوُّرَهُ وهو في هذا الجيبِ.

تحقَّقْ

سمِّ خاصّيتَيْنِ تتشابَهُ فيهما جميعُ الثدييَّاتِ.

مُراجعةُ القسمِ

ملخَّص

- في التكاثرِ اللاجنسيِّ، يُنتجُ فردٌ واحدٌ أبناءً مماثلةً له وراثيًّا.
- في التكاثرِ الجنسيِّ، تتحدُ بيضةٌ من الأمِّ مع حيوانٍ منويٍّ من الأبِ.
- يمكنُ أن يكونَ الإخصابُ خارجيًّا أو داخليًّا.
- جميعُ الثدييَّاتِ تتكاثرُ جنسيًّا وترضعُ صغارَها لبنًا.

مراجعةُ المفرداتِ والمفاهيمِ

فيمَ تختلفُ معاني المفرداتِ في كلٍّ من الزوجَيْنِ التاليَيْنِ:

١. إخصابٌ داخليٌّ وإخصابٌ خارجيٌّ.

٢. تكاثرٌ لاجنسيٌّ وتكاثرٌ جنسيٌّ.

استيعابُ الأفكارِ الرئيسةِ

٣. في الإنسانِ، تحتوي كلُّ بيضةٍ وكلُّ حيوانٍ منويٍّ على عددٍ من الكروموسوماتِ يساوي:

أ. ٢٣   ج. ٢٣ زوجًا

ب. ٤٦   د. ٤٦ زوجًا

٤. سمِّ ثلاثةَ أنواعٍ من التكاثرِ اللاجنسيِّ.

٥. فيمَ تختلفُ الثدييّاتُ البيوضةُ عن الثدييّاتِ الكيسيَّةِ؟

٦. صفْ عمليَّةَ الانشطارِ الاختزاليِّ.

٧. هل الإنسانُ من الثدييَّاتِ المشيميَّةِ، أم البيوضةِ، أم الكيسيَّةِ؟ وضِّحْ إجابتَكَ.

مهاراتٌ رياضيّاتٌ

٨. بعضُ أوراقِ الصنوبرِ الإبريَّةِ الشكل تدومُ ٤٠ سنةً. إذا كانتِ الشجرةُ تعيشُ ٣٩٢٠ سنةً، فكم جيلاً من الأوراقِ ينمو عليها؟

تفكيرٌ ناقدٌ

٩. **استدلالٌ**: لماذا التكاثرُ مهمٌّ للصنوبرِ كما هو مهمٌّ لذبابةِ الفاكهةِ؟

١٠. **تطبيقُ المفاهيمِ**: ما أفضليَّةُ الإخصابِ الداخليِّ على الإخصابِ الخارجيِّ؟

القسم ٢

التكاثُرُ عندَ الإنسانِ

مؤشِّراتُ الأداءِ

- يحدِّدُ تراكيبَ ووظائفَ الأجهزةِ التناسليَّةِ الذكريَّةِ والأنثويَّةِ.
- يصفُ مشكلتَيْن في الأجهزةِ التناسليَّةِ.

المفرداتُ والمفاهيمُ

الخصيةُ	الرحمُ
القضيبُ	المهبلُ
المبيضُ	

استراتيجيَّةُ القراءةِ

منظِّمُ القراءةِ: في أثناءِ قراءتِكَ لهذا القسمِ، ضعْ مخططًا لمفاهيمِه الأساسيَّةِ، مستخدمًا عناوينَه.

الخصيةُ: عضوٌ تناسليٌّ ذكريٌّ أوَّليٌّ ينتجُ حيواناتٍ منويَّةً وهرمونَ التستسترون.

القضيبُ: العضوُ الذكريُّ الذي ينقلُ الحيواناتِ المنويَّةَ إلى الأنثى، ويطرحُ البولَ خارجَ الجسمِ.

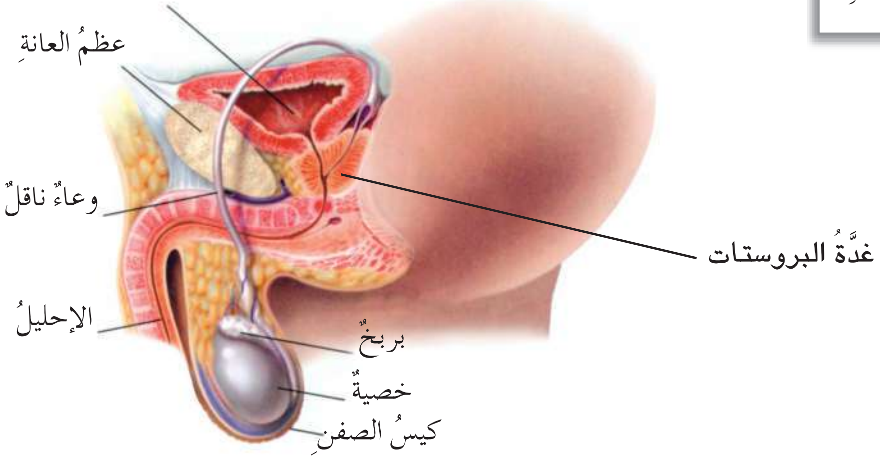
الجهازُ التناسليُّ الذكريُّ

الجهازُ التناسليُّ الذكريُّ، الظاهرُ في **الشكل ١**، يُنتِجُ الحيواناتِ المنويَّةَ ويوصلُها إلى الجهازِ التناسليِّ الأنثويِّ نتيجةَ علاقةِ زواجٍ شرعيَّةٍ بينَ المرأةِ والرجلِ. **الخصيتانِ** Testes زوجٌ من الأعضاءِ يصنعُ الحيواناتِ المنويَّةَ وهرمونَ التستسترونِ. هرمونُ التستسترونِ هو الهرمونُ الجنسيُّ الذكريُّ الرئيسُ. وهو يساعدُ على تنظيمِ إنتاجِ الحيواناتِ المنويَّةِ وتطوُّرِ الخصائصِ الذكريَّةِ.

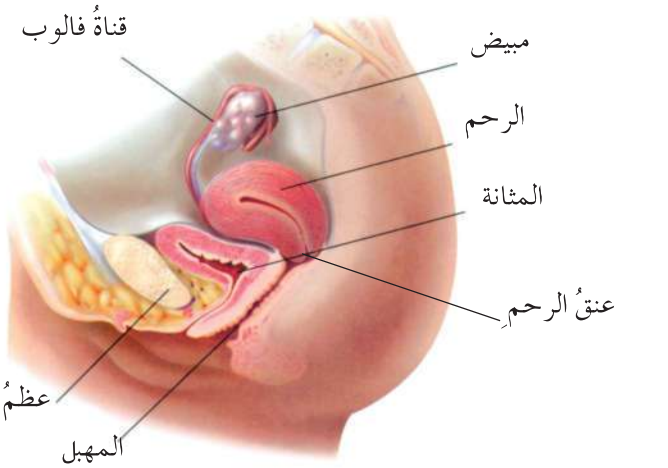
عندما تغادرُ الحيواناتُ المنويَّةُ الخصيةَ، تُختزنُ في أنبوبٍ يُسمّى **البربخَ**. تنضجُ الحيواناتُ المنويَّةُ في البربخِ الذي يمتدُّ منه أنبوبٌ آخرُ، يُسمّى **الوعاءَ الناقلَ**. وفي أثناءِ مرورِ الحيواناتِ المنويَّةِ في الوعاءِ الناقلِ تختلطُ بسوائلَ من عدَّةِ غددٍ، ومن ضمنِها غدَّةُ البروستاتِ التي تحيطُ بعنقِ المثانةِ. هذا الخليطُ من الحيواناتِ المنويَّةِ والسوائلِ يُسمّى **السائلَ المنويَّ**. يمرُ السائلُ المنويُّ، في طريقِهِ إلى خارجِ الجسمِ، عبرَ الوعاءِ الناقلِ إلى **الإحليلِ** ويخرجُ منه. الإحليلُ هو الأنبوبُ الذي يمتدُّ عبرَ القضيبِ. **القضيبُ** Penis هو العضوُ الخارجيُّ الذي ينقلُ السائلَ المنويَّ إلى الخارجِ.

تحقَّقْ صفِ المسارَ الذي تسلُكُهُ الحيواناتُ المنويَّةُ من الخصْيَتيْنِ إلى القضيبِ.

الشكلُ ١ الجهازُ التناسليُّ الذكريُّ



الشكلُ ٢ الجهازُ التناسليُّ الأنثويُّ



المبيضُ: من أعضاءِ الجهازِ التناسليِّ الأنثويِّ وهو يُنتِجُ البويضاتِ.

الرحمُ: عضوٌ أنثويٌّ عضليٌّ مجوَّفٌ تنغرسُ فيه البويضةُ المخصَّبةُ وينمو فيها الجنينُ.

المهبلُ: هو العضوُ التناسليُّ الأنثويُّ الذي يصلُ بين خارجِ الجسمِ والرحمِ.

الجهازُ التناسليُّ الأنثويُّ

الجهازُ التناسليُّ الأنثويُّ، الظاهرُ في **الشكل ٢**، يُنتِجُ البويضاتِ، ويرعى البويضاتِ المخصَّبةَ، ومنه يولدُ الصغارُ. **المبيضانِ** Ovaries هما العضوانِ اللذانِ يصنعانِ البيضَ. ويطلِقُ المبيضانِ أيضًا هرمونَي الأستروجينِ والبروجسترون، وهما الهرمونانِ الجنسيَّانِ الأنثويَّانِ الرئيسانِ. هذانِ الهرمونانِ ينظِّمانِ إطلاقَ البيضِ وتطوُّرَ الصفاتِ الجنسيَّةِ الأنثويَّةِ.

رحلةُ البيضةِ

في أثناءِ **الإباضةِ**، تتحرَّرُ في الغالبِ بيضةٌ واحدةٌ من أحدِ المبيضَيْنِ وتدخلُ إلى **قناةِ فالوب**. تُفضي قناةُ فالوبَ من كلِّ مبيضٍ إلى الرحمِ. تخترقُ البيضةُ هذه القناةَ إلى الرحمِ. يحدثُ الإخصابُ عادةً في قناةِ فالوبَ. وإذا تمَّ إخصابُ البيضةِ، تدخلُ البيضةُ المخصَّبةُ الناتجةُ إلى الرحمِ، وتنغرسُ في بطانةِ الرحمِ السميكةِ. **الرحمُ** Uterus هو العضوُ الذي تنمو فيه البيضةُ المخصَّبةُ إلى جنينٍ.

عند الولادةِ يمرُّ المولودُ من الرحمِ عبرَ المهبلِ ويخرجُ من الجسمِ. **المهبلُ** Vagina هو القناةُ الواقعةُ بينَ الرحمِ وخارجِ الجسمِ.

دورةُ الحيضِ

من سنِّ البلوغِ حتى أواخرِ العقدِ الخامسِ، أو أوائلِ العقدِ السادسِ من العمرِ، يمرُّ جهازُ المرأةِ التناسليِّ بتغيُّراتٍ شهريَّةٍ. هذه التغيُّراتُ تهيِّئُ الجسمَ للحملِ، وتُسمّى دورةَ **الحيضِ**. تبدأُ الدورةُ **بالمحيضِ**، وهو التفريغُ الشهريُّ للدمِ والنسيجِ من الرحمِ. يدومُ المحيضُ حواليْ ٥ أيَّامٍ. وعندما ينتهي تبدأُ بطانةُ الرحمِ بالزيادةِ في السمكِ. تحدثُ الإباضةُ في اليومِ ١٤ من الدورةِ. فإذا لم تخصَّبِ البيضةُ خلالَ بضعةِ أيَّامٍ، يبدأُ المحيضُ الذي يطرحُها خارجًا. وهكذا تبدأُ الدورةُ من جديدٍ، وهي تستغرقُ عادةً حوالي ٢٨ يومًا.

وقفةٌ معَ الرياضيّاتِ

تعدادُ البيضِ

١. تحدثُ الإباضةُ عندَ معظمِ النساءِ مرَّةً كلَّ شهرٍ. وتبدأُ تقريبًا منذُ الثانيةَ عشرةَ من العمرِ وتستمرُّ حتى بلوغِ الخمسين. كم بيضةً ناضجةً يمكنُ للمرأةِ أن تُنتِجَ من الثامنةَ عشرةَ حتى الخمسين؟

٢. يحتوي مبيض الأنثى عادةً على مليونَيْ بيضةٍ غيرِ ناضجةٍ. إذا كانتِ الإباضةُ منتظمةً من الثانيةَ عشرةَ حتّى الخمسين، فما النسبةُ المئويَّةُ لبيضِ الأنثى الذي يبلغُ النضجَ من العددِ الكلّيِّ؟

تعدُّدُ الولادات

هل رأيتَ يومًا توأمَين متماثلَيْن؟ أحيانًا يتشابهانِ كثيرًا، حتّى أن والدَيْهما يواجهانِ صعوبةً في التمييزِ بينَهما. الولدانِ في **الشكل ٣** متماثلان. التوأمان غيرُ المتماثلَيْن (الأخويْن)، نوعٌ آخرُ من التوائم، وهما أكثرُ شيوعًا من التوائمِ المتماثلة. قد يكونُ التوأمانِ الأخوانِ مختلفَيْن جدًّا في الشكل. بينَ كلِّ ١ ٠٠٠ ولادةٍ، يوجدُ حوالي ٣٠ حالةَ توائم. وتبلغُ حالاتُ التوائمِ المتماثلةِ حوالي ثلثِ جميعِ الولاداتِ التوأميَّة .

التوائمُ الثنائيَّةُ هي أكثرُ الولاداتِ المتعدِّدةِ شيوعًا. لكن يمكنُ للنسوةِ أن يلِدْنَ أحيانًا توائمَ ثلاثيَّةً. وقد تلِدُ النسوةُ توائمَ رباعيَّةً أيضًا (٤ أطفال) وخماسيَّةً بل أكثرَ. هذه الحالاتُ من تعدُّدِ الولاداتِ نادرةٌ.



الشكلُ ٣ لدى التوأمَيْنِ المتكوِّنين من بويضةٍ واحدةٍ مخصَّبةٍ جيناتٌ متشابهةٌ تمامًا. كثيرونَ من هؤلاءِ التوائمِ الذين ترعرعوا منفصلينَ ظلَّتْ لديهم شخصيَّاتٌ واهتماماتٌ متشابهةٌ.

تحقّقْ

ما نسبةُ الولاداتِ التوأميَّةِ؟

نشاطٌ عنزليٌّ

التوائمُ الثنائيَّةُ وما فوقَ

ناقشْ مع أحدِ والديك، بعضَ مشكلاتِ ولادةِ التوائمِ الثنائيَّةِ أو الثلاثيَّةِ أو الرباعيَّةِ، وما فوقَ. حضِّرْ ملصقًا يظهرُ هذه المشكلاتِ وطرقَ مواجهتِها.

إذا كانَ في عائلتِكَ توائمُ ثنائيَّةٌ أو تعدُّدُ ولاداتٍ من هذا القبيل، ناقش الاختلافَ والتشابهَ بينَهم.

مشكلاتُ الجهازِ التناسليِّ

في معظمِ الأحوالِ، يعملُ الجهازُ التناسليُّ بشكلٍ سليم. لكنْ، كما في أيِّ جهازٍ جسميٍّ آخرَ، قد تنشأُ في الجهازِ التناسليِّ بعضُ المشكلاتِ. منها الأمراضُ والعقمُ.

الأمراضُ المنقولةُ جنسيًّا

نتيجةً للممارساتِ الجنسيَّةِ المحرَّمةِ (الزنا) أو العاداتِ الجنسيَّةِ الخاطئةِ تنتقلُ بعضُ الأمراضِ، مثل السيلانِ والسفلسِ والتهابِ الكبدِ ب. **الأمراضُ المنقولةُ جنسيًّا** هي الأمراضُ التي تنتقلُ من شخصٍ مصابٍ إلى شخصٍ غيرِ مصابٍ في أثناءِ اتِّصالٍ جنسيٍّ. تصيبُ هذه الأمراضُ كثيرًا من الناسِ كلَّ سنةٍ، كما يظهرُ في **الجدول ١**.

من الأمراضِ المنقولةِ جنسيًّا، الأكثرِ شهرةً، مرضُ **فقدانِ المناعةِ المكتسبةِ** أو الأيدز. سببُ الأيدز هو فيروسُ **فقدانِ المناعةِ البشريَّةِ**. لكنَّ هناك مرضًا قد لا تكونُ سمعْتَ به، هو **التهابُ الكبدِ ب** المنقولُ جنسيًّا، وهو مرضٌ كبديٌّ يسبِّبُهُ أيضًا فيروسٌ. ينتشرُ هذا الفيروسُ بعدَّةِ طرقٍ، منها الاتِّصالُ الجنسيُّ. في الولاياتِ المتَّحدةِ، تسجَّلُ كلَّ سنةٍ حوالي ١٤٠ ٠٠٠ حالةٍ جديدةٍ من التهابِ الكبدِ ب.

الجدول ١ انتشارُ الأمراضِ المنقولةِ جنسيًّا في الولاياتِ المتَّحدة

المرضُ المنقولُ جنسيًّا	العددُ التقريبيُّ للحالاتِ الجديدةِ كلَّ سنةٍ
الكلاميديا	٣ إلى ١٠ ملايين
فيروسُ البابيلوما البشريُّ HPV (human papillomavirus)	٥,٥ ملايين
داءُ القوباءِ التناسليُّ	مليون
السَّيلانُ	٦٥٠ ٠٠٠
السفلسُ	٧٠ ٠٠٠
الأيدزُ	٤٠ ٠٠٠ إلى ٥٠ ٠٠٠

السرطانُ

أحيانًا، يصيبُ مرضُ السرطانِ الأعضاءَ التناسليَّةَ. **السّرطانُ** هو المرضُ الذي تنمو فيه الخلايا بسرعةٍ غيرِ منضبطةٍ. تبدأُ خلايا السرطانِ كخلايا عاديَّةٍ، ثم يحدثُ ما يزيدُ نموَّ الخليَّةِ بشكلٍ غيرِ منضبطٍ. توجدُ أنواعٌ مختلفةٌ من السرطانِ، وأسبابُها مختلفةٌ.

أكثرُ سرطاناتِ الجهازِ التناسليِّ شيوعًا، عندَ الرجالِ، سرطانُ الخصيةِ وسرطانُ البروستات. وعندَ النساءِ، سرطانُ الثدي وسرطانُ عنقِ الرّحِمِ. عنقُ الرّحمِ هو الجزءُ الأدنى من الرحمِ الذي يتّصلُ بالمهبلِ.

العقمُ

مصاعبُ الإنجابِ تعترضُ حواليْ ١٥٪ من المتزوِّجين. كثيرٌ من أولئك الأزواجِ يشكون **العقمَ**، وهو العجزُ عن إنجابِ الأطفالِ. قد يكونُ الرجالُ عقيمين إذا لم ينتجوا حيواناتٍ منويَّةً سليمةً بأعدادٍ كافيةٍ. وقد تكونُ النساءُ عاقراتٍ إذا كانتِ الإباضةُ لديهنَّ لا تتمُّ بشكلٍ طبيعيٍّ. الأمراضُ المنقولةُ جنسيًّا، كمرضِ السيلانِ والكلاميديا، قد تؤدِّي إلى العقمِ عندَ النساءِ. يحدثُ العقمُ المرتبطُ بالأمراضِ المنقولةِ جنسيًّا عندَ الرجالِ، لكنَّه ليسَ شائعًا كما هو شائعٌ عندَ النساءِ.

رابطٌ دراساتٍ اجتماعيَّةٍ

فهمُ الأمراضِ المنقولةِ جنسيًّا

اخترْ من **الجدولِ ١** أحدَ الأمراضِ المنقولةِ جنسيًّا. حضِّرْ ملصقًا يحدِّدُ سببَ المرضِ ويصفُ أعراضَهُ ويبيِّنُ كيف يؤثِّرُ في الجسمِ، ويصفُ كيف يمكنُ علاجُهُ. اعرضْ من خلالِ رسمِ أعمدةٍ بيانيَّةٍ عددَ الحالاتِ في مجموعاتٍ عمريَّةٍ مختلفةٍ.

مُراجعةُ القسمِ

ملخّص

- يُنتجُ الجهازُ التناسليُّ الذكريُّ الحيواناتِ المنويَّةَ ويوصلُها إلى الجهازِ التناسليِّ الأنثويِّ.
- يُنتجُ الجهازُ التناسليُّ الأنثويُّ البيضَ ويرعى البيضَ المخصَّبَ، حتى تتمَّ الولادةُ.
- تلدُ المرأةُ عادةً طفلاً واحدًا في كلِّ مرةٍ، لكنَّ الولاداتِ المتعدِّدَةَ كولاداتِ التوائمِ الثنائيَّةِ أو الثلاثيَّةِ ممكنةٌ أيضًا.
- يمكنُ أن يتأثَّرَ تكاثرُ الإنسانِ بالسرطانِ والعقمِ والأمراضِ.

مراجعةُ المفرداتِ والمفاهيمِ

١. استخدمِ المفردتيْنِ التاليتيْنِ في جملةٍ واحدةٍ: الرحمَ والمهبلَ.

استيعابُ الأفكارِ الرئيسةِ

٢. صفْ مشكلتيْنِ للجهازِ التناسليِّ.

٣. حدِّدْ تركيبَ ووظائفَ الأجهزةِ التناسليَّةِ الأنثويَّةِ والذكريَّةِ.

٤. نسبةُ ولادةِ توأميْنِ متماثليْنِ هي واحدةٌ لكلِّ ٢٥٠ ولادةً. ما عددُ أمثالِ هذيْنِ التوأميْنِ في مدرسةٍ عددُ طلاَّبِها ٢ ٧٥٠ طالبًا؟

أ. ١ ج. ٢٢.

ب. ١١. د. ٢٥٠.

مهاراتُ رياضيّاتٍ

٥. في بلدٍ واحدٍ يموتُ ٧ من كلِّ ١٠٠٠ من المواليدِ قبلَ إتمامِ العامِ الأوَّلِ من أعمارِهِم. حوِّلْ هذا الرقمَ إلى نسبةٍ مئويَّةٍ. هل جوابُكَ أكبرُ من ١٪ أم أقلُّ؟

تفكيرٌ ناقدٌ

٦. **استدلالٌ**: ما هدفُ دورةِ الحيضِ؟

٧. **تطبيقُ المفاهيمِ**: قد يتكوَّنُ توأمانِ عندَما تنقسمُ البيضةُ المخصَّبةُ إلى اثنتيْنِ، أو عندَما تتخصَّبُ بيضتينِ. كيف يمكنُ لهاتينِ الطريقتيْنِ لتكوينِ التوائمِ أن تفسِّرا اختلافَ التوأميْنِ المتماثليْنِ عن التوأميْنِ غيرِ المتماثليْنِ؟

٨. **توقُّعُ النتائجِ**: كيف يؤثِّرُ سرطانُ الخصيِ في قدرةِ رجلٍ على إنتاجِ الحيواناتِ المنويَّةِ؟

القسمُ ٣

النموُّ والتطوُّر

تنقسمُ الخليَّةُ المنفردةُ مرَّاتٍ كثيرةً، وتتطوَّرُ لتصبحَ طفلاً. لكنَّ تطوُّرَ الطفلِ من خليَّةٍ منفردةٍ هو المرحلةُ الأولى من نموِّ الإنسانِ ليسَ أكثرَ. فكِّرْ كيفَ ستتغيَّرُ من الآنَ إلى أن تصبحَ جدًّا؟

مؤشِّراتُ الأداء

- يلخِّصُ عمليتَي الإخصابِ والانغراس.
- يعرضُ مراحلَ تطوُّرِ الجنين.
- يحددُ مراحلَ تطوُّرِ الإنسانِ من الولادةِ حتى الموت.

المفرداتُ والمفاهيم

الجنينُ
المَشيمةُ
الحبلُ السريُّ

استراتيجيَّةُ القراءةِ

مناقشةٌ: اقرأْ هذا القسمَ بتأمُّلٍ. اكتبِ الأسئلةَ التي تثيرُ اهتمامَكَ فيه. ثُمَّ ناقشْها مع مجموعةٍ صغيرةٍ من زملائِك.

من الإخصابِ إلى الجنين

نتيجةً لعلاقةِ الزواجِ الشرعيِّ بينَ الرجلِ والمرأةِ تبدأُ عمليَّةُ تطوُّرِ الإنسانِ بوضعِ الرجلِ ملايينَ الحيواناتِ المنويَّةِ في مهبلِ المرأةِ. بضعُ مئاتٍ من الحيواناتِ المنويَّةِ تستطيعُ أنْ تصلَ إلى قناةِ فالوبَ عن طريقِ الرَّحم. وهناك يغطِّي عددٌ قليلٌ من الحيواناتِ المنويَّةِ البيضةَ. وعادةً، ينفذُ حيوانٌ منويٌّ واحدٌ فقط عبرَ الغشاءِ الخارجيِّ للبيضةِ. عندَما يحدثُ هذا تنطلقُ استجابةٌ من البيضةِ تصنعُ غشاءً حولَها ليمنعَ دخولَ حيواناتٍ منويَّةٍ أخرى إليها. عندما تتَّحدُ نواةُ الحيوانِ المنويِّ مع نواةِ البويضةِ تصبحُ البيضةُ مخصبَّةً.

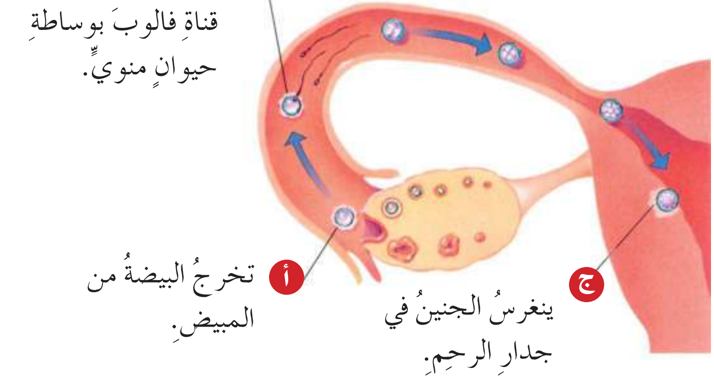
تنتقلُ البيضةُ المخصَّبةُ الى الرحمِ عبرَ قناةِ فالوبَ. ويستغرقُ انتقالُها من ٥ إلى ٦ أيَّامٍ. في أثناءِ ذلك تنقسمُ البيضةُ المخصَّبةُ عدَّةَ مرَّاتٍ. وفي اليومِ ١١ أو ١٢ بعد الإخصابِ تصبحُ البيضةُ المخصَّبةُ كرةً صغيرةً من الخلايا وتُسمَّى **جنينًا** Embryo. ثم يحدثُ الانغراسُ وهو انطمارُ الجنينِ في بطانةِ الرحمِ السميكةِ والغنيَّةِ بالموادِّ الغذائيَّةِ. يُظهِرُ **الشكلُ ١** الإخصابَ والانغراسَ.

الجنينُ: الإنسانُ في طورِ النموِّ من الإخصابِ إلى الولادة.

المشيمةُ: عضوٌ جزءٌ منه جنينيٌّ والجزءُ الآخرُ من الأمِّ، وبوساطتِه يتمُّ تبادلُ الموادِّ بينَ الجنينِ والأمِّ.

الحبلُ السرِّيُّ: التركيبُ الذي يربطُ الجنينَ بالمشيمةِ.

الشكلُ ١ الإخصابُ والانغراسُ



تحقَّقْ
صِفْ عمليَّتَي الإخصابِ وَ الانغراسِ.

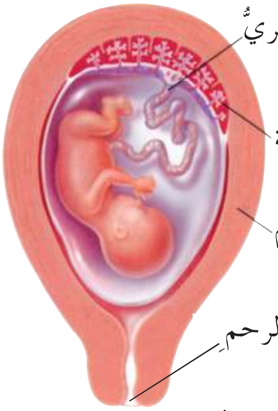
تطوُّرُ الجنينِ

بعدَ الانغراسِ، تبدأُ المشيمةُ بالنموِّ. **المشيمةُ** Placenta الظاهرةُ في **الشكل ٢** عضوٌ خاصٌّ للتبادلِ في الاتّجاهين. لدى المشيمةِ شبكةٌ من الأوعيةِ الدمويَّةِ توفِّرُ للجنينِ الأكسجينَ والموادَّ الغذائيَّةَ من دمِ الأمِّ. تطرحُ الفضلاتُ الناتجةُ من الجنينِ في المشيمةِ، ومنها يحملُها دمُ الأمِّ حتّى يفرزَها جسمُها. يتدفَّقُ دمُ الجنينِ ودمُ الأمِّ في المشيمةِ، أحدُهما بمحاذاةِ الآخرِ، لكنَّهما لا يختلطانِ. وفي مراحلَ متقدِّمةٍ وبالتحديدِ في الأسبوعِ الخامسِ، يتكوَّنُ **الحبلُ السريُّ** Umbilical cord وهو الحبلُ الذي يصلُ الجنينَ بالمشيمةِ.

يحدِّدُ الأطبَّاءُ، عمومًا، وقتَ حملِ المرأةِ بَدْءًا باليومِ الأوَّلِ لآخرِ دورةِ حيضٍ لديها. مع أنَّ الإخصابَ لا يكونُ قد حدثَ وقتَها بعدُ، إنَّما يُعَدُّ هذا اليومُ تاريخًا مناسبًا لبدءِ العدِّ. يدومُ الحملُ الطبيعيُّ حوالي ٢٨٠ يومًا، أو ٤٠ أسبوعًا، بَدْءًا بذلك اليومِ. يوضِّحُ **الشكلُ ٣** الخطَّ الزمنيَّ لمراحلِ الحملِ وتطوُّرِ الجنينِ.

تحقَّق

ما أهميَّةُ المشيمةِ؟



الشكلُ ٢ المشيمةُ والحَبْلُ السرِّيُّ هي الأجهزةُ الداعمةُ لحياةِ الجنينِ. هذا الجنينُ عمرُهُ حوالي ٢٠–٢٢ أسبوعًا.

الشكلُ ٣ الخطُّ الزمنيُّ للحملِ

أسبوع

- ٢: يحدثُ الإخصابُ.



- تصبحُ البيضةُ المخصَّبةُ مئاتٍ من الخلايا.
- ٤: يكتملُ الانغراسُ.
- يبدأُ تكوُّنُ الحبلِ الشوكيِّ والدماغِ.



- ٨: تظهرُ أصابعُ يدٍ وأصابعُ قدمٍ صغيرةٌ جدًّا ومحدَّدةٌ.
- قد يؤدّي الجنينُ حركاتٍ صغيرةً جدًّا يمكنُ رصدُها بوساطةِ الموجاتِ فوقِ السمعيَّةِ.
- ١٢: تبدأُ هيئةُ الإنسانِ بالتكوُّنِ.
- ١٦: يتواصلُ تكوُّنُ العظامِ ونخاعِ العظمِ.
- ١٨: تبدأُ طبقةٌ من الدهونِ بالتكوُّنِ تحتَ الجلدِ.



- ٢٤: تنمو براعمُ التذوّقِ وينمو الدماغُ سريعًا.

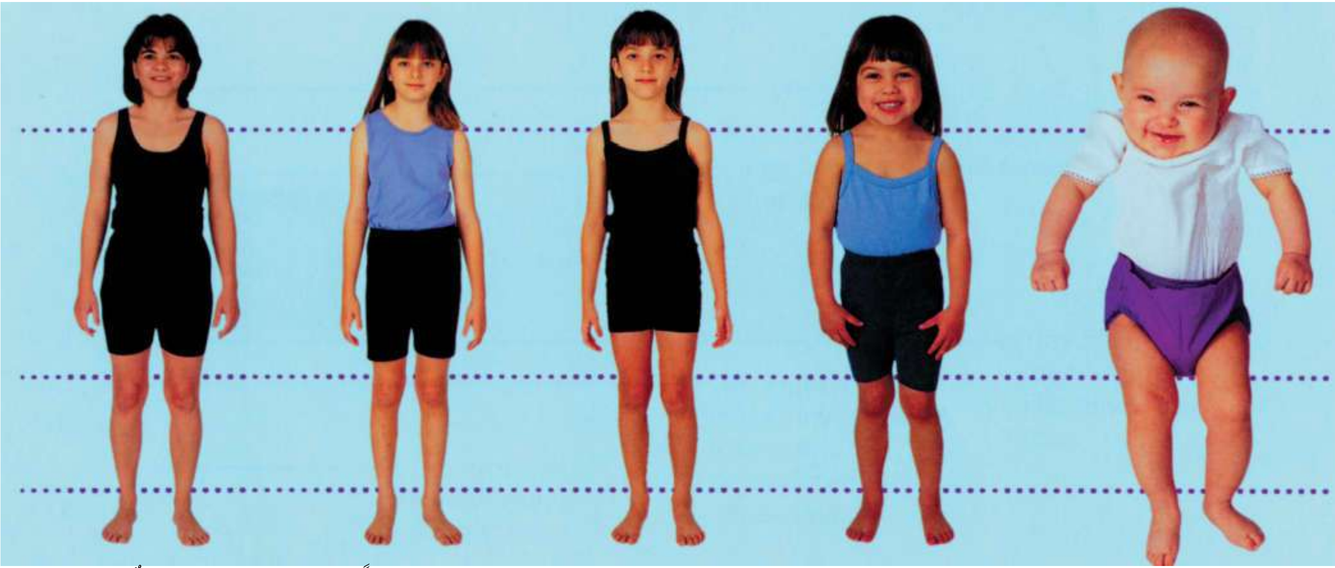


- ٢٦: رئتا الجنينِ جاهزتانِ تقريبًا لتنفُّسِ الهواءِ.
- ٢٨: يتمرَّنُ الجنينُ على التنفُّسِ، ويكونُ لديهِ نشاطٌ من موجاتِ الدماغِ.
- ٣٠: عينا الجنينِ مفتوحتانِ وقد تتوجَّهانِ نحوَ ضوءٍ ساطعٍ.
- ٣٤: يتحوَّلُ جلدُ الجنينِ من اللونِ الأحمرِ إلى اللونِ الزهريِّ.
- ٣٦: تقسو جمجمةُ الجنينِ.
- ٤٠: وُلِدَ الطفلُ.



* الخطُّ الزمنيُّ للاطِّلاعِ فقط.

الشكلُ ٤ مراحلُ تطوُّرِ الإنسانِ



رضيعٌ | ٤ سنواتٍ | ٧ سنواتٍ | ١١ سنةً | إنسانٌ بالغٌ

مراحلُ الحياةِ

بعد الولادةِ، يمرُّ جسمُ الإنسانِ في عدَّةِ مراحلَ من التطوُّرِ. ويظهرُ بعضُها في **الشكل ٤**.

الطفولةُ المبكرةُ والفتوَّةُ

الطفولةُ المبكرةُ هي، على العموم، المرحلةُ الممتدَّةُ من الولادةِ إلى عمرِ السنتَيْنِ. في أثناءِ طفولتِكَ المبكرةِ، نموْتَ بسرعةٍ وظهرَتْ أسنانُكَ اللبنيَّةُ. وعندَما تطوَّرَ جهازُكَ العصبيُّ، أصبحَتْ حركاتُ جسمِكَ أكثرَ تناسقًا وبدأْتَ بالمشي.

الفتوَّةُ مرحلةٌ أخرى من النموِّ السريعِ، وهي تمتدُّ من عمرِ السنتَيْنِ إلى البلوغِ. استبدلْتَ بالأسنانِ اللبنيَّةِ أسنانًا دائمةً. وأصبحَتْ عضلاتُكَ أكثرَ تناسقًا، ما سمحَ لك بركوبِ الدرَّاجةِ والقفزِ على الحبلِ والقيامِ بأنشطةٍ أخرى.

المراهقةُ

المرحلةُ من سنِّ البلوغِ إلى سنِّ الرشدِ هي مرحلةُ المراهقةِ. في أثناءِ البلوغِ، يصبحُ الجهازُ التناسليُّ ناضجًا. عندَ معظمِ الذكورِ، يحدُثُ البلوغُ بين عمرِ السنةِ ١١ والسنةِ ١٥. في غضونِ هذا الوقتِ، يصبحُ جسمُ الذكرِ الصغيرُ ذا عضلاتٍ أكبرَ، ويصبحُ صوتُهُ أعمقَ، ويظهرُ شعرُ الجسمِ والوجهِ. أمَّا عندَ معظمِ الفتياتِ، فيحدثُ البلوغُ بين عمرِ ٩ سنواتٍ و ١٤ سنةً. في غضونِ هذا الوقتِ تزيدُ كمِّيَّةُ الدهونِ في الأردافِ ويكبُرُ الصدرُ ويظهرُ شعرُ الجسمِ ويبدأُ الحيضُ. ومن الجديرِ بالذكرِ أن مرحلةَ البلوغِ يصبحُ فيها الإنسانُ مكلَّفًا شرعًا، أي مسؤولاً عن تصرُّفاتهِ وأفعالِه.

مختبرٌ سريعٌ

الحياةُ نموٌّ

استخدمِ **الشكلَ ٤** لإكمالِ هذا النشاطِ.

١. استخدمْ **مسطرةً** لتقيسَ طولَ رأسَ طفلٍ. ثمّ قِسْ طولَ الطفلِ كاملاً، بما فيه الرأسُ.

٢. احسُبْ نسبةَ طولِ رأسِ الطفلِ إلى طولِ الطفلِ الكلِّيِّ.

٣. كرِّرْ هذه القياساتِ والحساباتِ للمراحلِ الأخرى.

٤. هل ينمو رأسُ الطفلِ أسرعَ من باقي الجسمِ أم أبطأ؟ لماذا؟

تحقَّقْ

سمِّ تغيُّرًا مهمًّا يحدثُ في أثناءِ المراهقةِ.

الرشد

من عمرِ الـ ٢٠ سنةً حتى الـ ٤٠ سنةً تقريبًا، سوف تكونُ راشدًا شابًّا، وفي قمَّةِ نموِّكَ الجسديِّ. وفي الثلاثين، تبدأُ تغيُّراتُ التقدُّمِ في السنِّ بالظهورِ. هذه التغيُّراتُ تدريجيَّةٌ وتختلفُ من شخصٍ إلى شخص. تشملُ العلاماتُ المبكرةُ للشيخوخةِ نقصانَ المرونةِ في العضلاتِ، وضعفَ البصرِ، والزيادةَ في دهنِ الجسم، وفقدانَ بعضِ الشعرِ.

وتستمرُّ عمليَّةُ التقدُّمِ في السنِّ، في العمرِ المتوسِّطِ (بينَ سنِّ الأربعين والخامسةِ والستّين). خلالَ هذهِ المرحلةِ يمكنُ أن يصبحَ الشعرُ رماديًّا، وتتراجعُ القدراتُ الرياضيَّةُ، وقد يتجعَّدُ الجلدُ. ويعدُّ من جاوزَ الخامسةَ والستّين راشدًا مسنًّا. بالرُّغمِ من استمرارِ عمليَّةِ التقدُّمِ في العمرِ، يمارسُ كثيرونَ من الراشدينَ المسنِّينَ حياةً نشطةً جدًّا، كما يظهرُ في **الشكل ٥**.



الشكلُ ٥ يستطيعُ المسنُّونَ أن يتمتَّعوا بنشاطاتٍ كانوا يتمتعونَ بها عندَما كانوا أصغرَ سنًّا.

مُراجعةُ القسم

ملخَّص

- يَحدثُ الإخصابُ عندَما يتَّحدُ حيوانٌ منويٌّ من ذكرٍ مع بويضةِ أنثى.
- يمرُّ الجنينُ بكثيرٍ من التغيُّراتِ ما بين حدوثِ الانغراسِ والولادة.
- تدومُ المرحلةُ الأولى من تطوُّرِ الإنسانِ من الإخصابِ حتى الولادة.
- بعدَ الولادةِ، يمرُّ الإنسانُ في أربعِ مراحلَ إضافيَّةٍ من النموّ والتطوُّر.

مراجعةُ المفرداتِ والمفاهيم

١. اكتبْ بأسلوبِك تعريفًا لمصطلحِ **الحبلِ السُّرّي**.

٢. استخدمِ المفردتَيْنِ التاليتَينِ في جملةٍ واحدةٍ: **بيضةٌ مخصبةٌ** و**جنينٌ**.

استيعابُ الأفكارِ الرئيسة

٣. تلي الولادةَ، مرحلتا النموِّ الأسرع:
   أ. الطفولةُ والمراهقةُ.
   ب. الطفولةُ والرشدُ.
   ج. الطفولةُ المبكرةُ والفتوَّةُ.
   د. المراهقةُ والرشدُ.

٤. بعدَ الولادةِ، أيُّ مرحلةٍ من تطوُّرِ الإنسانِ هي الأطولُ؟
   أ. الطفولةُ المبكرةُ.
   ب. الفتوَّةُ.
   ج. المراهقةُ.
   د. الرشدُ.

٥. صفْ تطوُّرَ الجنينِ.

٦. ما وظيفةُ المشيمةِ؟

٧. لخِّصْ عمليَّتَي الإخصابِ والانغراسِ.

٨. عدِّدْ أربعَ مراحلَ لتطوُّرِ الإنسانِ.

مهاراتٌ رياضيّات

٩. لنفترضْ أن شخصًا في الثمانين وكانَتْ سنُّ بلوغِه الثانيةَ عشرةَ.
   أ. احسبِ النسبةَ المئويَّةَ لكلٍّ من المراحلِ الأربعِ للتطوُّرِ في حياةِ هذا الشخصِ التي تلت الولادةَ.
   ب. انشئْ أعمدةً بيانيةً تُظهرُ النسبةَ المئويَّةَ لكلِّ مرحلةٍ.

تفكيرٌ ناقدٌ

١٠. **تطبيقُ المفاهيمِ**: لماذا يتغيَّرُ غشاءُ البيضةِ بعدَ أن يدخلَ الحيوانُ المنويُّ إليها؟

١١. **تحليلُ الأفكارِ**: هل تعتقدُ أنَّ أيَّ مرحلةٍ من التطوُّرِ مهمَّةٌ أكثرَ من المراحلِ الأخرى؟ وضِّحْ إجابتَك.

مُراجَعَةُ الْفَصلِ

مراجعةَ المُفرداتِ والمفاهيم

فيمَ تختلفُ مفردتَيْ كلِّ زوجٍ؟

١. إخصابٌ داخليٌّ وإخصابٌ خارجيٌّ.

٢. خصيٌّ ومبيضاتٌ.

٣. تكاثرٌ لاجنسيٌّ وتكاثرٌ جنسيٌّ.

٤. إخصابٌ وانغراسٌ.

٥. حبلٌ سرِّيٌّ ومشيمةٌ.

استيعابُ الأفكارِ الرئيسةِ

اختيارٌ من متعدِّدٍ

٦. يتكاثرُ نجمُ البحرِ لاجنسيًّا عن طريقِ:

أ. التجزُّؤِ.

ب. التبرعمِ.

ج. الإخصابِ الخارجيِّ.

د. الإخصابِ الداخليِّ.

٧. أيُّ قائمةٍ تَسردُ بالترتيبِ الصحيحِ طريقَ الحيواناتِ المنويَّةِ عبرَ الجهازِ التناسليِّ الذكريِّ؟

أ. الخصيُّ، البربخُ، الإحليلُ، الوعاءُ الناقلُ.

ب. البربخُ، الإحليلُ، الخصيُّ، الوعاءُ الناقلُ.

ج. الخصيُّ، الوعاءُ الناقلُ، البربخُ، الإحليلُ.

د. الخصيُّ، البربخُ، الوعاءُ الناقلُ، الإحليلُ.

٨. التوأمانِ المتماثلانِ هما نتيجةُ:

أ. بيضةٍ مخصَّبةٍ انقسمَتْ إلى قِسْمَيْنِ.

ب. بيضتَيْنِ مخصَّبتَيْنِ منفصلتَيْنِ.

ج. تبرعمٍ في الرحمِ.

د. إخصابٍ خارجيٍّ.

٩. إذا اعتبرْتَ بدءَ المحيضِ أوّلَ أيّامِ دورةِ الحيضِ فأيُّ يومٍ من الدورةِ تحدُثُ فيه الإباضةُ؟

أ. اليوم ٢	ج. اليوم ١٤
ب. اليوم ٥	د. اليوم ٢٨

١٠. فيمَ تختلفُ الثدييّاتُ البيوضةُ عن الثدييّاتِ المشيميَّةِ؟

أ. الثدييّاتُ البيوضةُ ليسَتْ من الثدييّاتِ.

ب. الثدييّاتُ البيوضةُ مكسوَّةٌ بالشعرِ.

ج. تغذِّي الثدييّاتُ البيوضةُ صغارَها باللبنِ.

د. تضعُ الثدييّاتُ البيوضةُ بيضًا.

١١. كلُّ التالي أمراضٌ منقولةٌ جنسيًّا **ما عدا**:

أ. السيلانِ.

ب. الأيدزِ.

ج. العقمِ.

د. داءِ القُوباءِ التناسليِّ.

١٢. الإخصابُ والانغراسُ يحدثانِ على التوالي في:

أ. الرحمِ وقناةِ فالوبَ.

ب. قناةِ فالوبَ والمهبلِ.

ج. الرحمِ والمهبلِ.

د. قناةِ فالوبَ والرحمِ.

إجابةٌ قصيرةٌ

١٣. أيُّ عضوٍ تناسليٍّ في الإنسانِ ينتجُ الحيواناتِ المنويَّةَ؟ وأيُّ عضوٍ ينتجُ البيضُ؟

١٤. وضِّحْ كيف يحصلُ الجنينُ على الأوكسجينِ والموادِّ الغذائيَّةِ، وكيف يتخلَّصُ من الفضلاتِ.

١٥. عدِّدِ المراحلَ الأربعَ لحياةِ الإنسانِ التي تلي الولادةَ.

١٦. كيف تفسِّرُ ارتفاعَ حالاتِ الإصابةِ بالأمراضِ المنقولةِ جنسيًّا، تبعًا لإحصاءاتِ الجدولِ ١ (٦٤)؟ وكيف يمكنُ الحدُّ من انتشارِ هذه الأمراضِ؟

١٧. سمِّ ثلاثَ مشكلاتٍ يمكنُ أن تؤثِّرَ في الجهازِ التناسليِّ لدى الإنسانِ، ووضِّحْ لماذا يُعدُّ كلٌّ منها مشكلةً.

١٨. ارسمْ شكلاً تخطيطيًّا تعرضُ فيه تركيبَ الأجهزةِ التناسليَّةِ الأنثويَّةِ والذكريَّةِ. سمِّ كلَّ تركيبٍ، ووضِّحْ ما يقدِّمُه كلُّ تركيبٍ للإخصابِ والانغراسِ.

تفكيرٌ ناقدٌ

١٩. **خريطةُ المفاهيمِ:** استخدمِ المفرداتِ التاليةَ لبناءِ خريطةِ مفاهيمَ: تكاثرٌ لا جنسيٌّ، إخصابٌ خارجيٌّ، تبرعمٌ، تجزُّؤٌ، تكاثرٌ، إخصابٌ داخليٌّ، تكاثرٌ جنسيٌّ.

٢٠. **تحديدُ العلاقاتِ:** قد تتغيَّرُ بمرورِ الوقتِ البيئةُ التي تعيشُ فيها الكائناتُ الحيَّةُ. مثلاً يصبحُ المستنقعُ الرطبُ، تدريجيًا، منطقةً عشبيَّةً فيها بركةٌ صغيرةٌ. وضِّحْ كيف يوفِّرُ التكاثرُ الجنسيُّ فرصًا أفضلَ للكائناتِ التي تعيشُ في بيئةٍ متغيِّرةٍ أفضلَ للبقاءِ.

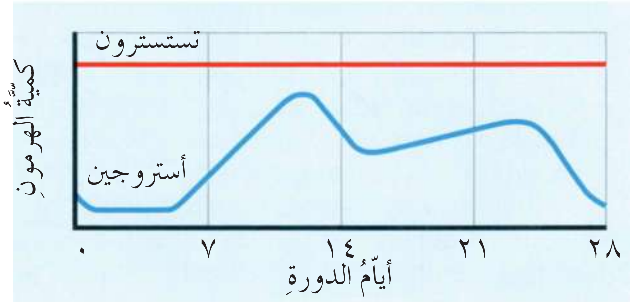
٢١. **تطبيقُ المفاهيمِ:** ما وظيفةُ الرَّحِمِ؟ ما علاقةُ هذه الوظيفةِ بدورةِ الحيضِ؟

٢٢. **استدلالٌ:** في أكثرِ خلايا جسمِ الإنسانِ، تُنسَخُ الكروموسوماتُ الـ ٤٦ في أثناءِ انقسامِ الخليَّةِ بحيث يعطي كلَّ خليَّةٍ جديدةٍ ٤٦ كروموسومًا. الخلايا التي تُنتِجُ البيضَ والحيواناتِ المنويَّةَ تَنْسَخُ هي أيضًا الـ ٤٦ كروموسومًا. لكن، بعد ذلك، في عمليَّةِ الانقسامِ المنصِّفِ، تنقسمُ الخليَّتانِ مرَّةً ثانيةً لتكوِّنا أربعَ خلايا (بيضةً أو حيوانًا منويًّا) لدى كلٍّ منها ٢٣ كروموسومًا. ما أهميَّةُ الانقسامِ المنصِّفِ للإنسانِ ولتكاثرِه؟

تفسيرُ الأشكالِ التخطيطيَّةِ

يوضِّحُ الرسمُ البيانيُّ الآتي دوراتِ هرمونِ الأستروجينِ الأنثويِّ وهرمونِ التستسترونِ الذكريِّ. يظهرُ الخطُّ الأزرقُ مستوى هرمونِ الأستروجينِ عند امرأةٍ خلال ٢٨ يومًا. يظهرُ الخطُّ الأحمرُ مستوى هرمونِ التستسترونِ عند رجلٍ في المدَّةِ الزمنيَّةِ ذاتِها. استخدمْ هذا الرسمَ البيانيَّ للإجابةِ عن الأسئلةِ التي تليه.

دوراتُ الهرمونِ



٢٣. ما الاختلافُ الرئيسُ بين مستويي الهرمونَيْنِ خلالَ ٢٨ يومًا؟

٢٤. أيُّ دورةٍ يؤثِّرُ فيها هرمونُ الأستروجينِ في رأيك؟

٢٥. لماذا يبقى هرمونُ التستسترونِ على المستوى نفسِه؟

٢٦. هل تظنُّ أن دورةَ هرمونِ الأستروجينِ الظاهرةَ أعلاهُ يمكنُ أن تتغيَّرَ عندَ المرأةِ الحاملِ؟ وضِّحْ إجابتَك.



الوَحدةُ

ب

صحَّةُ الإنسانِ

جسمُ الإنسانِ أمانةٌ بينَ يديْ صاحبِه، عليه أن يعملَ على رعايتِه وحمايتِه، وذلك بتغذيتِه ووقايتِه من الأمراضِ، وعلاجِه في حالةِ الإصابةِ بأيِّ مرضٍ. وبالرغمِ من تطوُّرِ العلومِ الصحّيَّةِ فإنَّ الناسَ لا يزالونَ يمرضونَ، والكثيرَ منَ الأمراضِ لا علاجَ لها. سوف تتعلَّمُ في هذه الوحدةِ طرائقَ ملائمةً لتبقى في صحَّةٍ جيِّدةٍ، وليبقى جسمُكَ يعملُ كما في أحسنِ حالاتِه.

١٨٥٤

أدخلَتِ الممرِّضةُ فلورنس نايتنجيل المعاييرَ الصحّيَّةَ إلى المستشفياتِ العسكريَّةِ في أثناءِ حربِ القرمِ.

١٨٩٥

اكتشفَ ولهلم رونتجن الأشعَّةَ السينيَّةَ.



١٩٥٣

اكتُشفَت روابطُ بينَ سرطانِ الرئةِ والتدخينِ.





١٨١٦

اخترعَ ر.ت لانيك سمّاعَةَ الطبيبِ.



١٨٥٣

ركَّبَ تشارلز جيرهارد الأسبيرين للمرَّةِ الأولى.

١٩٠٠

اكتشفَ والتر ريد أن البعوضَ ينقلُ الحمّى الصفراءَ.



١٩٠٦

كتبَ أبتون سينكلير كتابَ الأدغال «The Jungle» الذي يصفُ الأوضاعَ غيرَ الصحّيَّةِ في شيكاغو، ما أدى إلى سنِّ قانونِ «نظامِ الطعامِ النقيِّ والدواءِ».

١٩٢١

أُنتجَ لُقاحٌ للسلِّ.



١٩٧٩

تمَّتْ إبادةُ الجدريِّ.

١٩٩٧

اكتشفَ الباحثونَ أن تعاطي الكحولِ في أثناءِ الحمل يعطِّلُ الجيناتِ التي تتحكَّمُ في نموِّ الدماغِ والقلبِ والأطرافِ والجمجمةِ عندَ الجنينِ.

٢٠٠٣

أصيبَ أكثرُ من ٨٠٠٠ شخص بمرضِ السارسِ الذي يسبِّبُهُ فيروسٌ اكتشِفَ مؤخرًا.



الفصل

٥

المحافظةُ على الصحَّةِ

الفكرةُ الرئيسةُ

النظامُ الغذائيُّ المغذّي والمتوازنُ والتمارينُ الرياضيَّةُ والعاداتُ الجيِّدةُ عناصرُ مهمَّةٌ لحياةٍ صحيَّةٍ.

القسمُ

حوْلَ الصورة

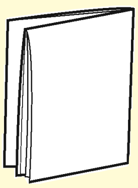
ماذا ترى في هذه الصورةِ؟ ترى بوضوح تامٍّ خمسةَ طلاّبٍ يواجهونَ آلةَ تصوير. ماذا تخبرُكَ الصورة أيضًا؟ العيونُ المشرقةُ والابتساماتُ السعيدةُ والشعرُ اللامعُ، كلُّها تكشفُ عن صحَّةٍ موفورة. التوصُّلُ إلى عقلٍ صافٍ وحياةٍ طويلةٍ نشطةٍ يعتمدُ على امتلاكِ جسمٍ سليم. وبقاءُ جسمِكَ في صحّةٍ جيِّدةٍ يعتمدُ على الطعامِ الجيِّدِ وتحاشي المخدِّراتِ والسجائرِ والكحول، والمحافظةِ على السلامةِ.



نشاطٌ تمهيديٌّ

ملف الملاحظات

كُتيِّبٌ: قبلَ البدءِ بقراءةِ الفصل، قمْ بإعدادِ الكتيِّبِ الموصوفِ في قسمِ **مهاراتُ الدراسةِ** المدرجِ في ملحقِ الكتابِ. اكتبْ فكرةً مهمّةً من الفصلِ على كلِّ صفحةٍ من الكتيّبِ. واكتبْ، في أثناءِ قراءةِ الفصل، ما تتعلَّمُه عن كلِّ فكرةٍ من الأفكارِ التي كتبْتَها على الصفحةِ المناسبةِ في الكتيّبِ.





نشاطٌ استهلاليٌّ

استطلعْ

إلى أيِّ مدى تُعتبَرُ عاداتُ زملائِكَ صحيَّةً؟ اكتشفْ بنفسِكَ.

الخطواتُ

١. انسخِ الأسئلةَ الخمسةَ الواردةَ إلى اليسارِ، وأجبْ بنعم أو لا على كلٍّ منها. لا تضعِ اسْمَكَ على الاستطلاعِ.

التحليلُ

١. ومع الصفِّ كمجموعةٍ واحدةٍ سجِّلْ في جدولٍ المعلوماتِ من الاستطلاعِ الكاملِ. احسبْ لكلِّ سؤالٍ النسبةَ المئويَّةَ لمن أجابوا بنعم من زملائِكَ في الصفِّ.

٢. ما العاداتُ الجيِّدةُ لزملائِكَ؟ وما العاداتُ السيِّئةُ؟

① هل تتمرَّنُ على الأقلِّ ثلاثَ مرَّاتٍ أسبوعيًّا؟

② هل تضعُ حزامَ الأمانِ في كلِّ مرَّةٍ تقلُّكَ فيها سيَّارة؟

③ هل تأكلُ الفواكهَ والخضراواتِ كلَّ يومٍ؟

④ هل تستخدمُ واقيًا من الشمسِ لحمايةِ جلدِكَ عندَما تكونُ في الخارجِ؟

⑤ هل تأكلُ كثيرًا من الأطعمةِ التي تحتوي على نسبةٍ مرتفعةٍ من الدهونِ؟

القسم ١

التغذيةُ الجيِّدةُ

مؤشّراتُ الأداءِ

- يحدّدُ المجموعاتِ الستَّ من الموادِّ الغذائيَّةِ ويوضّحُ أهمّيَّتها للصحَّةِ الجيِّدةِ.
- يصفُ الهرمَ الغذائيَّ.
- يفهمُ كيفَ تُقرأُ المعلوماتُ الغذائيَّةُ.
- يبيِّنُ مخاطرَ اضطراباتٍ غذائيَّةٍ مختلفةٍ.

المفرداتُ والمفاهيمُ

المادَّةُ الغذائيَّةُ	العناصرُ المعدنيَّةُ
الكاربوهيدرات	الفيتامين
البروتين	سوءُ التغذيةِ
الدهونُ	

استراتيجيَّةُ القراءةِ

منظِّمُ القراءةِ: في أثناءِ قراءةِ هذا القسمِ ضعْ مخطَّطًا لمفاهيمِه الأساسيَّةِ، مستخدمًا عناوينَه.

المادَّةُ الغذائيَّةُ: مادَّةٌ موجودةٌ في الطعامِ توفِّرُ الطاقةَ، أو تساعدُ على تكوينِ أنسجةِ الجسمِ، وهي ضروريَّةٌ للحياةِ والنموِّ.

الكاربوهيدراتُ: نوعٌ من الموادِّ الغذائيَّةِ التي توفِّرُ الطاقةَ، وهي تشملُ السكَّرَ والنشاءَ والألياف.

الموادُّ الغذائيَّةُ

هل تفضِّلُ أن تتناولَ رقائقَ البطاطس أم البروكولي، كوجبةٍ خفيفةٍ؟ إذا أكلْتَ كثيرًا من الأطعمةِ الغنيَّةِ بالدهونِ، كرقائقِ البطاطسِ، لا يكونُ خيارُكَ الغذائيُّ صحيحًا كما يجبُ. البروكولي طعامٌ صحِّيٌّ أكثرَ من رقائقِ البطاطس. لكنَّ تناولَ البروكولي وحدَه، كما يفعلُ هذا الشخصُ في **الشكل ١**، لا يمنحُك نظامًا غذائيًّا متوازنًا.

للمحافظةِ على صحَّتِكَ عليكَ أن تتناولَ **الموادَّ الغذائيَّةَ** **Nutrients**، أي الموادَّ التي توفِّرُ لأجسامِنا الموادَّ اللازمةَ للعمليَّاتِ الحياتيَّةِ. تصنَّفُ الموادُّ الغذائيَّةُ في ستِّ مجموعاتٍ هي: **الكاربوهيدراتُ والبروتيناتُ والدهونُ والماءُ والفيتاميناتُ والعناصرُ المعدنيَّةُ**. توفِّرُ الكاربوهيدراتُ والبروتيناتُ والدهونُ الطاقةَ للجسمِ وتقاسُ الطاقةُ بوحداتٍ تسمَّى **سعراتٍ حراريَّةً** (Calories).

الكاربوهيدراتُ

الكاربوهيدراتُ هي المصدرُ الرئيسُ للطاقةِ في جسمِكَ. **الكاربوهيدراتُ** **Carbohydrates** موادُّ كيميائيَّةٌ تتكوَّنُ من كاربون وهيدروجين وأوكسجين. يوجدُ نوعانِ من الكاربوهيدراتِ: كاربوهيدراتٌ بسيطةٌ وكاربوهيدراتٌ مركَّبةٌ. **الكاربوهيدراتُ البسيطةُ** هي السكَّريَّاتُ التي تتكوَّنُ من عددٍ قليلٍ من السكّرياتِ الأحاديَّةِ، وهي تُهضمُ بسهولةٍ وتمنحُكَ طاقةً سريعةً. **الكاربوهيدراتُ المركَّبةُ** مكوَّنةٌ من كثيرٍ من جزيئاتِ السكَّرِ المترابطةِ. وهي تُهضَمُ ببطءٍ وتمنحُكَ طاقةً طويلةَ الأمدِ. بعضُ الكاربوهيدراتِ المركَّبةِ مصدرٌ جيِّدٌ للألياف. الأليافُ جزءٌ من الوجبةِ الصحِّيَّةِ، وهي موجودةٌ في أطعمةٍ من الحبوبِ الكاملةِ، كالأرزِّ الأسمرِ وخبزِ القمحِ الكاملِ. ويحتوي كثيرٌ من الفواكهِ والخضراواتِ على الألياف.



الشكلُ ١ تناوُلكَ صنفًا واحدًا فقط من الطعامِ، وإن كانَ صحِّيًّا، لا يوفِّرُ لكَ كلَّ الموادِّ التي يحتاجُ إليها جسمُكَ.

البروتينُ

تـوجدُ الـبـروتـيـنـاتُ في سـوائلِ الجسمِ، وفي العـضـلاتِ والعـظـامِ والجـلدِ. **البروتيناتُ** Proteins موادُّ غذائيَّةٌ مفيدةٌ لبناءِ جسمِكَ وصيانتِهِ. يصنعُ جسمُكَ البروتينَ الذي يحتاجُ إليه، لكن يجبُ أن تتوافرَ له الوحداتُ التركيبيَّةُ الأساسيَّةُ الضروريَّةُ المسمّاةُ **الأحماضَ الأمينيةَ**. يفكِّكُ جهازُكَ الهضميُّ البروتيناتِ إلى أحماضٍ أمينيَّةٍ منفردةٍ، ويستخدمُها لصنعِ بروتيناتٍ جديدةٍ. توفِّرُ بعضُ الأطعمةِ، كالدجاجِ والسمكِ والحليبِ والبيضِ، كلَّ الأحماضِ الأمينيَّةِ التي يحتاجُ إليها جسمُكَ. الأطعمةُ التي تحتوي على جميعِ الأحماضِ الأمينيَّةِ الأساسيَّةِ تُسمّى **بروتيناتٍ كاملةً**. أما **البروتيناتُ غيرُ الكاملةِ**، فتحتوي فقط على بعضِ الأحماضِ الأمينيَّةِ. معظمُ الأطعمةِ النباتيَّةِ تحتوي على بروتيناتٍ غيرِ كاملةٍ. لكنَّ تناولَكَ أطعمةً نباتيَّةً متنوِّعةً يوفِّرُ لك كلَّ الأحماضِ الأمينيَّةِ التي يحتاجُ جسمُكَ إليها.

البروتينُ: جزيءٌ مكوَّنٌ من أحماضٍ أمينيَّةٍ نحتاجُ إليه لبناءِ تراكيبِ الجسمِ وصيانتِها، ولتنظيمِ العمليّاتِ التي تجري في الجسمِ.

الدهونُ: موادُّ غذائيّةٌ تخزِّنُ الطاقةَ، وتساعدُ الجسمَ على امتصاصِ بعضِ الفيتاميناتِ وتخزينِها.

تحقَّقْ

ما البروتينُ غيرُ الكاملِ؟

الدهونُ

صنفٌ آخرُ من الموادِّ الغذائيَّةِ ضروريٌّ لوجبةٍ صحِّيَّةٍ، كالوجبةِ الظاهرةِ في **الشكلِ ٢**، هو **الدهونُ** Fats. الدهونُ موادُّ غذائيةٌ تخزِّنُ الطاقةَ. يحتاجُ الجسمُ إلى الدهونِ لتخزينِ الفيتاميناتِ ونقلِها، وإنتاجِ الهرموناتِ وإبقاءِ الجلدِ سليمًا وعزلِ بيئةِ الجسمِ الداخليَّةِ عن البيئةِ الخارجيَّةِ. وتوفِّرُ الدهونُ طاقةً أكبرَ من الطاقةِ التي توفِّرُها البروتيناتُ والكربوهيدراتُ. يوجدُ نوعانِ من الدهونِ: الدهونُ المشبعةُ والدهونُ غيرُ المشبعةِ. توجدُ **الدهونُ المشبَعةُ** في اللحومِ ومشتقّاتِ اللبنِ وزيتِ جوزِ الهندِ والنخيلِ. وبشكلٍ عامٍّ فإنَّ الأغذيةَ ذاتَ الأصلِ الحيوانيِّ ترفعُ مستوياتِ الكولسترولِ في الدمِ. **الكولسترولُ** مادَّةٌ شبيهةٌ بالدهونِ موجودةٌ طبيعيًّا في الجسمِ. وبالرغمِ من ذلك، فإنَّ مستوياتٍ عاليةً منه يمكنُ أن تزيدَ من خطورةِ الإصابةِ بأمراضِ القلبِ. قد تساعدُ **الدُّهونُ غيرُ المشبعةِ** والأطعمةُ الغنيَّةُ بالألياف على تخفيضِ مستوياتِ الكولسترولِ في الدمِ. لا يستطيعُ جسمُكَ أن يصنعَ دهونًا غيرَ مشبعةٍ، لذلك يجبُ أن تأتيَ هذه الدهونُ من الزيوتِ النباتيَّةِ والسمكِ اللذين تتناولُهما في نظامِكَ الغذائيِّ. إن جسمَكَ يحتاجُ إلى نوعَي الدهونِ كليْهِما.

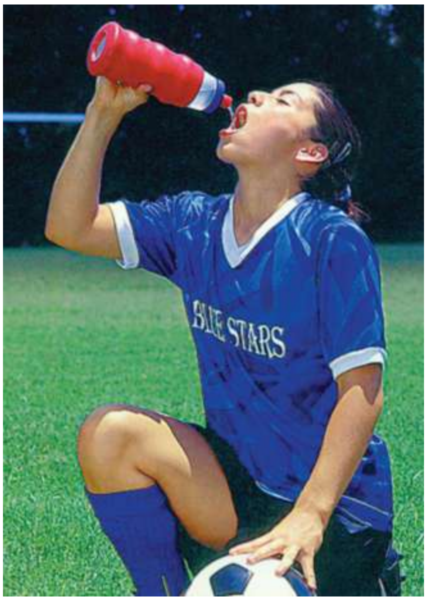


الشكلُ ٢ توفِّرُ هذه الوجبةُ العيِّنةُ الكثيرَ من الموادِّ الغذائيةِ التي يحتاجُ إليها المراهقُ في طورِ النموِّ.

الماءُ

لا تستطيعُ أن تبقى على قيدِ الحياةِ لأكثرَ من بضعةِ أيّامٍ من دونِ ماءٍ. ٧٠ ٪ من جسمِكَ تقريبًا يتكوَّنُ من الماءِ. الماءُ موجودٌ في كلِّ خليَّةٍ من

جسمِكَ. أهمُّ وظائفِ الماءِ توفيرُ الوسطِ الملائمِ لإتمامِ التفاعلاتِ الحادثةِ داخلَ الخلايا، ونقلُ الموادِّ، وتنظيمُ درجةِ حرارةِ الجسمِ، وتوفيرُ ليونةِ الحركةِ. ينصحُ بعضُ العلماءِ بضرورةِ أن تشربَ على الأقلِّ ثمانيةَ أكوابٍ من الماءِ يوميًّا. عندَما تُجري التمارينَ الرياضيَّةَ تحتاجُ إلى كمِّيَّةٍ أكبرَ من الماءِ، كما يظهرُ في **الشكل ٣**. تحصُلُ على الماءِ أيضًا من السوائلِ الأخرى التي تشربُها، ومن الأطعمةِ التي تأكلُها. الفواكهُ والخضراواتُ الطازجةُ والعصيرُ والحساءُ والحليبُ كلُّها مصادرُ جيِّدةٌ للماءِ.



الشكلُ ٣ عندَما تُجري التمارينَ الرياضيَّةَ، تحتاجُ إلى شربِ كمِّيَّةٍ أكبرَ من الماءِ.

العناصرُ المعدنيَّةُ

عندَما تأكلُ وجبةً متوازنةً تحصلُ على جميعِ أيوناتِ العناصرِ المعدنيَّةِ التي تحتاجُ إليها. **العناصرُ المعدنيَّةُ** Minerals عناصرُ أساسيَّةٌ لبناءِ صحَّةٍ جيِّدةٍ. يحتاجُ جسمُكَ إلى ستَّةِ عناصرَ معدنيَّةٍ بكمِّيَّاتٍ كبيرةٍ، هي: الكالسيوم، الكلور، المغنيسيوم، الفوسفور، البوتاسيوم، الصوديوم. ويحتاجُ على الأقلِّ إلى ١٢ عُنصرًا بكمّيّاتٍ صغيرةٍ، منها: الفلور، اليود، الحديد، الخارصين. الكالسيومُ ضروريٌّ لقوَّةِ العظامِ والأسنانِ. والمغنيسيومُ والصوديومُ يساعدانِ الجسمَ على استخدامِ البروتيناتِ. وأنت تحتاجُ إلى البوتاسيوم لتنظيمِ نبضاتِ قلبِكَ وتحريكِ العضلاتِ. أما الحديدُ، فضروريٌّ لإنتاجِ خلايا الدمِ الحمراءِ.

العناصرُ المعدنيَّةُ: موادُّ غذائيةٌ مكوَّنةٌ من عناصرَ كيميائيَّةٍ يحتاجُ إليها الجسمُ في بعضِ عملياتِه.

الفيتامينُ: صنفٌ من الموادِّ الغذائيةِ، يحتاجُ إليه الجسمُ بكميّاتٍ قليلةٍ للمحافظةِ على الصحّةِ ولضمانِ النموِّ.

الفيتامينات

الفيتاميناتُ صنفٌ آخرُ من الموادِّ الغذائيَّةِ. **الفيتاميناتُ** Vitamins يحتاجُها الجسمُ بكمِّيَّاتٍ قليلةٍ للمحافظةِ على الصحَّةِ وضمانِ النموِّ، وتتحكَّمُ في الكثيرِ من وظائفِ الجسمِ. الفيتامينُ الوحيدُ الذي يمكنُ أن يصنَعَهُ الجسمُ هو

الجدولُ ١ بعضُ الفيتاميناتِ الأساسيَّةِ

الفيتامينُ	ماذا يفعلُ	المصدرُ
أ A	يبقي الجلدَ والعيونَ في صحَّةٍ جيِّدةٍ؛ يكوِّنُ أسنانًا وعظامًا قويَّةً.	الفواكهُ والخضراواتُ الصفراءُ والبرتقاليَّةُ، الأوراقُ الخضراءُ، اللحومُ، اللبنُ.
ب B (بأنواعِه المختلفة)	يساعدُ الجسمَ على استخدامِ الكاربوهيدراتِ. يساعدُ وظائفَ الدمِ والأعصابِ والقلبِ.	اللحومُ، الحبوبُ الكاملةُ، الفاصوليا، البازلاءُ، المكسَّراتُ، المأكولاتُ البحريَّةُ.
ج C	يقوِّي الأنسجةَ؛ يساعدُ الجسمَ على امتصاصِ الحديدِ؛ يحاربُ المرضَ.	الحمضيَّاتُ، الأوراقُ الخضراءُ، البروكولي، الفلفلُ، الملفوفُ.
د D	يساعدُ الجسمَ على استخدامِ الكالسيوم والفوسفورِ بتكوينِ عظامٍ وأسنانٍ قويَّةٍ.	اللبنُ الغنيُّ بفيتامين D، البيضُ، السمكُ.
هـ E	يحمي خلايا الدمِ الحمراءَ من التلفِ؛ يبقي الجلدَ بحالةٍ صحِّيَّةٍ جيِّدةٍ.	الزيوتُ، الدهونُ، البيضُ، الحبوبُ الكاملةُ، قشرةُ القمحِ، الكبدُ، الأوراقُ الخضراءُ.
ك K	يساعدُ على تجلُّطِ الدمِ.	الأوراقُ الخضراءُ، الطماطمُ، البطاطسُ

رابطُ علمِ المحيطاتِ

عشبٌ بحريٌّ مغذٍّ: نوعٌ من العشبِ البحريِّ، ومصدرٌ جيِّدٌ لليودِ. يزرعُ هذا الطعامُ المغذِّي في مزارعَ خاصّةٍ على شواطئِ الصينِ واليابانِ. ما الأطعمةُ المغذِّيةُ الأخرى التي تأتي من البحرِ؟

الفيتامين D. لذلك يجبُ أن تحصلَ على معظمِ الفيتاميناتِ من الطعامِ. يتضمَّنُ **الجدولُ ١** معلوماتٍ عن ستَّةِ فيتاميناتٍ أساسيَّةٍ.

الغذاءُ المتوازنُ

لتحصُلَ على صحَّةٍ جيِّدةٍ، يلزمُكَ أن تتناولَ كمِّيَّاتٍ معيَّنةً من الموادِّ الغذائيَّةِ المتنوِّعةِ التي تتضمَّنُها مختلفُ الأطعمةِ. الطاقةُ التي تحصلُ عليها من هذه الأطعمةِ تُقاسُ بالسعراتِ الحراريَّةِ. معظمُ الفتياتِ المراهقاتِ يلزمُهُنَّ حوالي ٢٢٠٠ سعرةٍ حراريَّةٍ في اليومِ، ومعظمُ الفتيانِ المراهقينَ يلزمُهُم يوميًّا ٢٨٠٠ سعرةٍ حراريَّةٍ. «الهرمُ الغذائيُّ» الظاهرُ في **الشكلِ ٤**، وسيلةٌ يمكنُكَ استعمالُها لمعرفةِ الكمِّيَّةِ التي يجبُ أن تأكلَها يوميًّا من كلِّ نوعٍ من الطعامِ.

الأقْسامُ الستَّةُ المختلفةُ في الهرمِ الغذائيِّ تمثِّلُ ستَّ مجموعاتٍ من الطعامِ. يُظهِرُ حجمُ كلِّ قِسمِ الكمِّيَّةَ التي يجبُ أن تأكلَها من تلك المجموعةِ. مستوى نشاطِكَ مهمٌّ أيضًا لمعرفةِ كمِّيَّةِ الطعامِ التي يحتاجُ إليها جسمُكَ كلَّ يومٍ. كلَّما زادَ نشاطُكَ احتجتَ إلى طعامٍ أكثرَ.

مختبرٌ سريعٌ

اختبارُ الكيسِ البنّيِّ

١. قطِّعْ **كيسًا ورقيًّا بنيًّا** إلى مربَّعاتٍ.

٢. اجمعْ أطعمةً متنوِّعةً. ضعْ قطعةً من كلِّ نوعٍ من الطعامِ على مربَّعٍ مختلفٍ واتركْهُ لليلةٍ واحدةٍ.

٣. ماذا ترى عندَما تزيلُ الطعامَ؟

٤. أيٌّ من الأطعمةِ يحتوي على الزيتِ أكثرَ من سواهُ؟ وأيٌّ من الأطعمةِ يحتوي على زيتٍ أقلَّ؟

تحقَّقْ

مستخدمًا الهرمَ الغذائيَّ أدناه. صمِّمْ وجبةَ غداءٍ صحِّيَّةً تتضمَّنُ طعامًا من كلِّ مجموعةٍ.

الشكلُ ٤ الهرمُ الغذائيُّ



دهونٌ وحلوياتٌ اعرفْ حدودَكَ مع الدّهونِ والسكَّريَّاتِ والملحِ. احصلْ على معظمِ الدّهونِ من الزيوتِ النباتيَّةِ والمكسَّراتِ والسمكِ. اخترِ الأطعمةَ والمشروباتِ القليلةَ السكَّرِ.

لحومٌ وبقولٌ اخترِ البروتيناتِ الخاليةَ من الدهونِ. أكثِرْ من اختيارِ السمكِ والفاصوليا والبازلاَّءِ والمكسَّراتِ والحبوبِ.

اللَّبنُ ومشتقَّاتُهُ احصلْ على الأطعمةِ الغنيَّةِ بالكالسيومِ.

فواكهُ ركِّزْ على الفواكهِ لا على العصيرِ.

خضراواتٌ نوِّعِ الخضراواتِ.

حبوبٌ اجعلْ نصفَ حبوبِكَ كاملةً.

جِدْ توازنًا بين الطعامِ ونشاطِكَ الجسديِّ. يجبُ على الأطفالِ والمراهقينَ أن يكونوا نشطينَ لحوالي ٦٠ دقيقةً في معظمِ الأيامِ.

قراءةُ المعلوماتِ المرفقةِ بالمُنتجِ الغذائيِّ

يجبُ أن تحتويَ الأطعمةُ المعلَّبةُ على ملصقاتٍ أو جداولَ تبيِّنُ المعلوماتِ الغذائيَّةَ. يُظهرُ **الشكلُ ٥** جدولَ المعلوماتِ الغذائيَّةِ لحساءِ دجاجٍ. تظهرُ جداولُ المعلوماتِ الغذائيَّةِ كمِّيَّةَ كلِّ مادَّةٍ غذائيَّةٍ في حصَّةِ طعامٍ واحدةٍ. تستطيعُ أن تعرفَ إن كانَ الطعامُ غنيًّا أو فقيرًا بالموادِّ الغذائيَّةِ بالنظرِ إلى المقدارِ اليوميِّ. تساعدُكَ قراءةُ جداولِ الطعامِ على الاختيارِ الصحِّيِّ للأكلِ. تستندُ النسبةُ المئويَّةُ للكمِّيَّاتِ اليوميَّةِ الظاهرةِ إلى نظامٍ غذائيٍّ مكوَّنٍ من ٢٠٠٠ سعرةٍ حراريَّةٍ في اليومِ. يحتاجُ معظمُ الشبابِ إلى أكثرَ من ٢٠٠٠ سعرةٍ حراريَّةٍ في اليومِ. يعتمدُ عددُ السعراتِ الحراريَّةِ التي يحتاجُ إليها الجسمُ على عدَّةِ عواملَ، كالطولِ والكتلةِ والعمرِ ومستوى النشاطِ. ممارسةُ الرياضةِ تستهلكُ سعراتٍ حراريَّةً يلزمُكَ التعويضُ عنها من أجلِ النموِّ.

الاختلالاتُ الغذائيَّةُ

يمكنُ لعاداتٍ غيرِ صحّيَّةٍ في تناولِ الطعامِ أن تسبِّبَ اختلالاتٍ غذائيَّةً. يصابُ الشخصُ **بسوءِ التغذيةِ Malnutrition** عندَما لا يتناولُ الكمِّيَّةَ الكافيةَ من الموادِّ الغذائيَّةِ التي يحتاجُ إليها الجسمُ. قد ينتجُ سوءُ التغذيةِ عن تناولِ القليلِ أو الكثيرِ من السعراتِ الحراريَّةِ أو عدمِ تناولِ الكمِّيَّةِ الكافيةِ من الموادِّ الغذائيَّةِ المناسبةِ. يؤثِّرُ سوءُ التغذيةِ في مظهرِ الشخصِ وفي سرعةِ إصلاحِ الأضرارِ الجسميَّةِ ومحاربةِ المرضِ.

مرضُ فقدانِ الشهيَّةِ والشرَهُ المرضيُّ

مرضُ فقدانِ الشهيَّةِ اختلالٌ غذائيٌّ يتّصفُ بعدمِ رغبةِ الشخصِ المستمرَّةِ في تناولِ الغذاءِ، والخوفِ الشديدِ من زيادةِ الكتلةِ. يمكنُ لمرضِ فقدانِ الشهيَّةِ أن يؤدِّيَ إلى سوءِ تغذيةٍ حادٍّ.

الشرَهُ المرضيُّ اختلالٌ يتميَّزُ بتناولٍ مفرطٍ للطعامِ، يتبعُهُ قيءٌ. الناسُ الذين يعانونَ من الشرهِ المرضيِّ يستخدمونَ أحيانًا مسهِّلاتٍ أو مدرَّاتٍ للبولِ، لتخليصِ أجسامِهِمِ من الطعامِ والماءِ الزائدَيْنِ. يمكنُ للشرهِ المرضيِّ أن يُضِرَّ بالأسنانِ والجهازِ الهضميِّ ويؤدِّيَ إلى فشلٍ كلويٍّ وضعفٍ في أداءِ القلبِ.

مَرَضا فقدانِ الشهيَّةِ والشرهِ المرضيِّ يمكنُ أن يؤدِّيا إلى عظامٍ ضعيفةٍ وضغطِ دمٍ منخفضٍ ومشكلاتٍ في القلبِ. وقد تؤدي هذه الاختلالاتُ الغذائيَّةُ إلى الوفاةِ ما لم تعالَجْ. فإذا كنْتَ قلقًا من أن تكونَ مصابًا، أو من أن أحدًا تعرفُهُ مصابٌ باختلالاتٍ غذائيَّةٍ، تكلَّمْ في الموضوعِ مع شخصٍ راشدٍ.

تحقّقْ

ما الموادُّ الغذائيَّةُ التي يتضمَّنُها حساءُ الدجاجِ وتشكّلُ أكثرَ من ١٠٪ من حاجتِنا اليوميَّةِ؟

معلوماتٌ غذائيَّةٌ

حجمُ الحصةِ ١/٢ كوب (١٢٠ مل)	
الحصصُ لكلِّ وعاءٍ ٢.٥	
الكمِّيَّةُ لكلِّ حصة	**مجهَّز**
سعراتٌ حراريَّةٌ	٧٠
سعراتٌ حراريَّةٌ من الدهون	٢٥
% من القيمةِ اليوميةِ	
دهونٌ كلِّيَّةٌ ٢.٥ كرام	٪٤
دهونٌ مشبعةٌ ١ كرام	٪٥
كولسترول ١٥ ملكرام	٪٥
صوديوم ٩٦٠ ملكرام	٪٤٠
كربوهيدراتٌ كلّيةٌ ٨ كرام	٪٣
أليافٌ غذائيَّةٌ أقلُّ من ١ كرام	٪٤
سكّرٌ ١ كرام	
بروتين ٣ كرام	
فيتامين أ	٪١٥
فيتامين ج	٪٠
كالسيوم	٪٠
حديد	٪٤

معلوماتٌ عن الحصة

عددُ السعراتِ في الحصَّة

النِّسْبَةُ المئويَّةُ للمقاديرِ اليوميَّة

* قيمُ النسبةِ المئويَّةِ اليوميَّةِ مبنيَّةٌ على نظامٍ غذائيٍّ من ٢٠٠٠ سعرةٍ حراريَّةٍ. قد تكونُ قيمُكَ اليوميَّةُ أعلى أو أقلَّ بناءً على حاجاتِكَ للسعراتِ الحراريَّةِ:

	السعرات	٢٠٠٠	٢٥٠٠
دهونٌ كليَّةٌ	أقلُّ من	٦٥ كرام	٨٠ كرام
دهونٌ مشبعةٌ	أقلُّ من	٢٠ كرام	٢٥ كرام
كولسترول	أقلُّ من	٣٠٠ ملكرام	٣٠٠ ملكرام
صوديوم	أقلُّ من	٢٤٠٠ ملكرام	٢٤٠٠ ملكرام
كربوهيدراتٌ كلّيةٌ		٣٠٠ كرام	٣٧٥ كرام
أليافٌ غذائيَّةٌ		٢٥ كرام	٣٠ كرام
بروتين		٥٠ كرام	٦٠ كرام

الشكلُ ٥ جداولُ المعلوماتِ الغذائيَّةِ تزوِّدُكَ بالكثيرِ من المعلوماتِ.

سوءُ التغذيةِ: اختلالٌ غذائيٌّ ينتجُ من استهلاكِ كميّاتٍ غيرِ كافيةٍ من كلٍّ من الموادِّ الغذائيَّةِ التي يحتاجُ إليها الجسمُ.

وقفةٌ مع الرياضيّاتِ

ما النسبةُ المئويَّةُ؟

استخدمْ جدولَ المعلوماتِ الغذائيَّةِ أعلاه للإجابةِ عن السؤالِ التالي. القيمةُ اليوميَّةُ التي يُنصحُ بها من الدهونِ هي ٧٢ كرام للفتياتِ و ٩٠ كرام للفتيانِ. ما النسبةُ المئويَّةُ اليوميَّةُ من الدهونِ التي يُنصَحُ بها في كوبٍ من الحساءِ؟

البدانةُ

إذا تناولَ شخصٌ كمِّيَّاتٍ كبيرةً من الأطعمةِ الغنيَّةِ بالدهونِ، والفقيرةِ بموادَّ غذائيَّةٍ أخرى، كالوجباتِ السريعةِ، فقد يؤدِّي ذلك إلى سوءِ التغذيةِ. البدانةُ تعني احتواءَ الجسمِ على نسبةٍ مئويَّةٍ عاليةٍ من الدهونِ. قد يكونُ الأشخاصُ المصابونَ بالبَدانةِ ممَّن لا يأكلون أصنافًا متنوِّعةً من الأطعمةِ، التي توفِّرُ لهم التوازنَ الصحيحَ في الموادِّ الغذائيَّةِ الأساسيَّةِ. الخمولُ أيضًا يساهمُ في البدانةِ.

تزيدُ البدانةُ من مخاطرِ الإصابةِ بضغطِ الدَّمِ المرتفعِ ومرضِ القلبِ ومرضِ السكَّريِّ. ويمكنُ باتِّباعِ نظامٍ غذائيٍّ أكثرَ توازنًا وممارسةِ الرياضةِ بانتظامٍ تخفيفُ البدانةِ. قد تكونُ هناك عواملُ أخرى مسبِّبةٌ للبدانةِ. يدرسُ العلماءُ حاليًّا الروابطَ بينَ البدانةِ والوراثةِ.

مُراجعةُ القسمِ

ملخَّص

- يتميَّزُ النظامُ الغذائيُّ الصحيُّ بتوازنٍ في الكاربوهيدراتِ والبروتيناتِ والدهونِ والماءِ والفيتامينات والمعادنِ.
- الهرمُ الغذائيُّ مرشدٌ جيِّدٌ لطعامٍ صحِّيٍّ.
- جداولُ المعلوماتِ الغذائيَّةِ توفِّرُ المعلوماتِ اللازمةَ لتصميمِ نظامٍ غذائيٍّ صحيٍّ.
- يسبِّبُ مرضُ فقدانِ الشهيَّةِ والشرَهُ المرضيُّ سوءَ تغذيةٍ وضررًا لعدَّةِ أجهزةٍ في الجسمِ.
- قد تؤدِّي البدانةُ إلى مرضِ القلبِ ومرضِ السكَّريِّ.

مراجعةُ المفرداتِ والمفاهيمِ

١. اكتبْ بأسلوبكَ تعريفًا لكلٍّ من المصطلحاتِ التاليةِ: **المادَّة الغذائيَّة**، **العناصرِ المعدنيَّة**، **الفيتامين**.

استيعابُ الأفكارِ الرئيسةِ

٢. أيٌّ ممّا يلي لا يسبِّبُ سوءَ التغذيةِ؟
   أ. البدانةُ.
   ب. الشرَهُ المرضيُّ.
   ج. مرضُ فقدانِ الشهيَّةِ.
   د. شربُ الماءِ بكمّيّاتٍ كبيرةٍ.

٣. ما المعلوماتُ الموجودةُ في جداولِ المعلوماتِ الغذائيَّةِ؟

٤. اذكرْ مثالاً على الكاربوهيدراتِ والبروتين والدهونِ.

٥. إذا كانتِ الفيتاميناتُ والمعادنُ لا توفِّرُ الطاقةَ، فلماذا تُعدُّ مهمَّةً للنظامِ الغذائيِّ الصحّيِّ؟

٦. فيمَ يختلفُ مرضُ فقدانِ الشهيَّةِ عن الشرهِ المرضيِّ؟

٧. كيفَ يمكنُ لشخصٍ بدينٍ أن يعانيَ من سوءِ التغذيةِ؟

مهاراتُ رياضيّاتٍ

٨. إذا تناولتَ ٢٥٠٠ وحدةٍ حراريَّةٍ يوميًّا وكانتِ النسب ٢٠٪ من الدهونِ و ٣٠٪ من البروتين، و ٥٠٪ من الكاربوهيدرات، فكم سعرةً حراريَّةً تكونُ قد تناولْتَ من كلِّ مادَّةٍ غذائيَّةٍ تناولْتَها؟

تفكيرٌ ناقدٌ

٩. **تطبيقُ المفاهيمِ**: سمِّ بعضَ الموادِّ الغذائيَّةِ التي توجدُ في كوبٍ من الحليبِ.

١٠. **تحديدُ العلاقاتِ**: اشرحْ كيف يساهمُ تناولُ أطعمةٍ متنوِّعةٍ في تغذيةٍ جيِّدةٍ.

١١. **توقُّعُ النتائجِ**: كيف يتأثَّرُ نموُّكَ إذا كانَ هناكَ نقصٌ مستمرٌّ في الموادِّ الغذائيَّةِ المهمَّةِ في نظامِكَ الغذائيِّ؟

١٢. **تطبيقُ المفاهيمِ**: اشرحْ كيف يمكنُ أن تستخدمَ جداولَ المعلوماتِ الغذائيَّةِ لاختيارِ طعامٍ غنيٍّ بالكالسيوم.

القسمُ ٢

مخاطرُ الكحولِ والعقاقيرِ الأخرى

مؤشّراتُ الأداءِ

- يصفُ الاختلافَ بينَ الاعتمادِ النفسيِّ والجسديِّ.
- يوضّحُ مخاطرَ الدخّانِ والكحولِ والعقاقيرِ غيرِ الشرعيّةِ.
- يميّزُ بينَ الاستخدامِ السلبيِّ والاستخدامِ الإيجابيِّ للعقاقيرِ.

المفرداتُ والمفاهيمُ

العقّارُ	النيكوتينُ
الإدمانُ	إدمانُ الخمرِ

استراتيجيّةُ القراءةِ

منظّمُ القراءةِ: وأنتَ تقرأُ هذا القسمَ، أنشئْ جدولاً للمقارنةِ بينَ الاستخداماتِ السلبيّةِ والإيجابيّةِ للعقاقيرِ.

ما العقّارُ؟

كلُّ مادّةٍ كيميائيّةٍ تسبِّبُ تغييرًا نفسيًّا أو جسديًّا تسمّى **عقّارًا Drug**. تأتي العقاقيرُ على أشكالٍ كثيرةٍ، كما يظهرُ في **الشكلِ ١**. بعضُ العقاقيرِ تدخلُ الجسمَ عبرَ الجلدِ. ويتمُّ ابتلاعُ عقاقيرَ أخرى أو استنشاقُها أو حقنُها. وتصنَّفُ العقاقيرُ بحسبِ تأثيراتِها. **المسكِّناتُ** تريحُ من الألمِ. **والمضادّاتُ الحيويّةُ** تحاربُ العدوى البكتيريّةَ، ومضادُّ **الهستامين** يتحكّمُ في الزكامِ وأعراضِ الحساسيّةِ. **المنبّهاتُ** تسرِّعُ الجهازَ العصبيَّ المركزيَّ، في حين أنَّ **المهدِّئاتِ** تبطئُهُ. عندَما تستخدمُ العقاقيرَ القانونيّةَ بشكلٍ صحيحٍ، فإنها تساعدُ جسمَكَ على الشفاءِ. لكن عندَما تستخدمُها بشكلٍ غيرِ قانونيٍّ أو بشكلٍ خاطئٍ، فإنها تسبِّبُ ضررًا كبيرًا.

الاعتمادُ والإدمانُ

يمكنُ أن يطوِّرَ الجسمُ كنتيجةٍ لتعاطي عقّارٍ ما حالةً من الاعتمادِ على هذا العقّارِ. يعني الاعتمادُ أن الجسمَ سيحتاجُ إلى كمّيّاتٍ أكبرَ من العقّارِ للحصولِ على النتيجةِ نفسِها. إذا لم يتلقَّ الجسمُ عقّارًا يعتمدُ عليهِ جسديًّا، تحدثُ أعراضُ الانقطاعِ. تشملُ هذه الأعراضُ الغثيانَ والقيءَ والألمَ والارتجافَ.

الإدمانُ Addiction هو فقدانُ الشخصِ لقدرتِهِ على التحكُّمِ في سلوكِ تناولِ العقّارِ. عندَما يدمنُ الشخصُ يجدُ صعوبةً بالغةً في التوقُّفِ عن تناولِ العقّارِ. أحيانًا، لا تكونُ الحاجةُ إلى عقّارٍ بسببِ الاعتمادِ الجسديِّ فقط، بل إن بعضَ الناسِ يكوِّنونَ أيضًا **اعتمادًا نفسيًّا** على عقّارٍ ما، وهذا يعني أنّهم يشعرونَ برغباتٍ قويّةٍ في تناولِ العقّارِ.



الشكلُ ١ تحتوي كلُّ هذه المنتوجاتِ على عقاقيرَ.

أنواعُ العقاقيرِ

يوجدُ الكثيرُ من أنواعِ العقاقيرِ. يصنعُ بعضُها من نباتاتٍ معيَّنةٍ، ويُصنَعُ بعضُها الآخرُ في المختبرِ. منها ما يُباعُ في محالِّ البقالةِ، ومنها ما يحقُّ للطبيبِ وحدَهُ أن يصفَها. وبعضُ العقاقيرِ يمنعُ القانونُ شراءَها أو بيعَها أو امتلاكَها.

العقاقيرُ العشبيَّةُ

ظلَّ تداولُ العقاقيرِ العشبيَّةِ يجري لمدَّةِ قرونٍ. في بعضِ الأعشابِ موادُّ كيميائيَّةٌ ذاتُ خصائصَ شفائيَّةٍ مهمَّةٍ. الشرابُ في **الشكل ٢** يصنعُ من نباتِ البابونجِ. يوجدُ في البابونجِ موادُّ كيميائيَّةٌ تساعدُ على النومِ. مهما يكنْ فإن الأعشابَ عقاقيرُ، ويجبُ أن تُستخدمَ بحذرٍ. لا تنظِّمُ القوانينُ في معظمِ الدولِ تداولَ العقاقيرِ العشبيَّةِ، أو أنواعِ المشروباتِ الساخنةِ، وهي لا تستطيعُ أن تضمنَ سلامةَ استخدامِها.

العقاقيرُ الموصوفةُ طبِّيًّا والعقاقيرُ التي لا تحتاجُ إلى وصفةٍ طبِّيَّةٍ

يمكنُ شراءُ بعضِ العقاقيرِ من دونِ وصفةٍ طبِّيَّةٍ. الوصفةُ الطبِّيَّةُ التي يكتبُها الطبيبُ تصفُ العقّارَ وطريقةَ استخدامِهِ والكمِّيَّةَ التي يلزمُ تناولُها منه.

كثيرٌ من العقاقيرِ التي لا تحتاجُ إلى وصفةٍ طبِّيَّةٍ، هي علاجاتٌ شائعةٌ، غيرَ أن بعضَها يؤدِّي، هو أيضًا، إلى تأثيراتٍ جانبيَّةٍ غيرِ مستحبَّةٍ. التأثيراتُ الجانبيَّةُ أعراضٌ غيرُ مريحةٍ، ومنها الغثيانُ والصداعُ والنعاسُ، ومشكلاتٌ أكثرُ خطورةً.

ينبغي استخدامُ العقاقيرِ كلِّها بحذرٍ سواءٌ كانَتْ بموجبِ وصفةٍ طبِّيَّةٍ أو غيرِ ذلك. ويمكنُكَ أن تجدَ على الملصقِ معلوماتٍ عن الاستخدامِ الصحيحِ. يبينُ **الشكلُ ٣** بعضَ النصائحِ العامَّةِ للاستخدامِ الآمنِ للعقّارِ.

التبغُ

السجائرُ تسبِّبُ الإدمانَ، والتدخينُ له تأثيراتٌ خطيرةٌ في الصحَّةِ. **النيكوتينُ** Nicotine مادَّةٌ كيميائيَّةٌ في التبغِ تزيدُ سرعةَ نبضاتِ القلبِ وترفعُ ضغطَ الدَّمِ، وهي مسبِّبةٌ للإدمانِ إلى حدٍّ بعيدٍ. يعاني المدخِّنونَ من انخفاضٍ في قدرةِ أجسادِهم على التحمُّلِ. يعرضُ **الشكلُ ٤** تأثيراتِ

الشكلُ ٣ نصائحُ الاستخدامِ الآمنِ للعقاقيرِ

- لا تتناولْ أبدًا عقّارًا موصوفًا لشخصٍ آخرَ.
- اقرأِ الملصقَ قبلَ كلِّ استخدامٍ، واتَّبعْ دائمًا التعليماتِ التي يصفُها لك طبيبُكَ أو الصيدليُّ.
- لا تتناولْ من العقّارِ أكثرَ ولا أقلَّ ممَّا أشارَ عليكَ به الطبيبُ.
- استشرْ طبيبًا إذا ظهرَتْ أيُّ تأثيراتٍ جانبيَّةٍ.
- تخلَّصْ بشكلٍ آمنٍ من بقايا العقاقيرِ أو العقاقيرَ التي انتهَتْ صلاحيَّتُها.



الشكلُ ٢ تجدُ بعضَ الأعشابِ في متاجرِ المأكولاتِ الصحِّيَّةِ. يجبُ أن تستخدمَ الأعشابَ الطبِّيَّةَ بحذرٍ.

العقّار: كلُّ مادَّةٍ تسبِّبُ تغييرًا في حالةِ الشخصِ النفسيَّةِ أو الجسديَّةِ.

الإدمان: تعاطي عقاقيرَ أو مشروباتٍ محرَّمةٍ وضارَّةٍ بشكلٍ مستمرٍّ، مما يولِّدُ احتياجًا جسميًّا ونفسيًّا لهذهِ الموادِّ.

النيكوتين: مادَّةٌ كيميائيَّةٌ سامَّةٌ تسبِّبُ الإدمانَ. يوجدُ النيكوتينُ في التبغِ، وهو من الموادِّ التي تساهمُ بشكلٍ رئيسٍ في تأثيراتِ التدخينِ الضارَّةِ.

تحقَّقْ

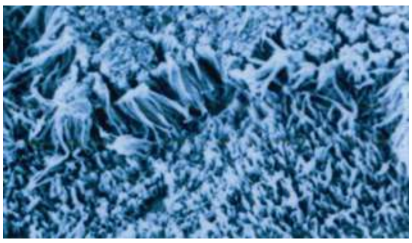
ما الفرقُ بين العقاقيرِ التي لا تحتاجُ إلى وصفةٍ طبِّيَّةٍ والعقاقيرِ الواجبِ وصفُها طبِّيًّا؟

الشكلُ ٤ تأثيراتُ التدخينِ

نسيجٌ رئويٌّ سليمٌ لشخصٍ غيرِ مدخِّنٍ.



نسيجٌ رئويٌّ متضرِّرٌ لشخصٍ مدخِّنٍ.





الشكلُ ٥ السجائرُ تجعلُ صحتَكَ تتطايرُ مع الدخانِ.

إدمانُ الخمرِ: احتياجٌ نفسيٌّ أو جسديٌّ إلى تعاطي الكحولِ يضرُّ بالصحةِ ويعطّلُ أنشطةَ الجسمِ.

في أهدابِ الرئتَيْنِ. تنظِّفُ الأهدابُ الهواءَ الذي تستنشقهُ، وتمنعُ الغبارَ من دخولِ الرئتَيْنِ. يزيدُ التدخينُ من مخاطرِ الإصابةِ بسرطانِ الرئةِ، ويُعتقَدُ أن أنواعًا أخرى من السرطانِ مرتبطةٌ به. ويرتبطُ به كذلك النفاخُ، والالتهابُ الشعيبيُّ المزمنُ، ومرضُ القلبِ. يقدِّرُ الخبراءُ أنَّ أكثرَ من ٤٣٠ ٠٠٠ حالةِ وفاةٍ مرتبطةٍ بالتدخينِ تحدثُ سنويًّا في الولاياتِ المتَّحدةِ. والتدخينُ غيرُ المباشرِ (الناتجُ عن وجودِكَ قربَ مدخِّنينَ) هو أيضًا يسبِّبُ مخاطرَ صحِّيَّةً جدّيَّةً.

وبسببِ هذه الأضرارِ الخطيرةِ على الصحَّةِ قامَتْ حكومةُ إقليمِ كوردستان – العراق بسنِّ القوانينِ التي تحدُّ من هذه الآفةِ، وذلك بمنعِ التدخينِ في الأماكنِ العامَّةِ والمراكزِ التجاريَّةِ. وقد ذهبَ الكثيرُ من علماءِ الدينِ إلى تحريمِ التدخينِ. انظرِ **الشكلَ ٥**.

الكحولُ والعقاقيرُ

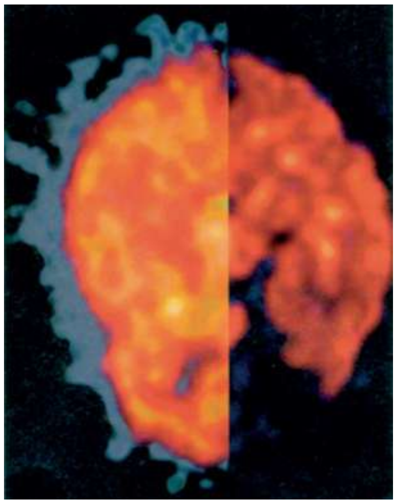
يحتوي الخمرُ وغيرُه من المشروباتِ المحرَّمةِ على مادَّةِ الكحولِ وهي مادَّةٌ تبطئُ عملَ الجهازِ العصبيِّ المركزيِّ، وتسبِّبُ فقدانَ الذاكرةِ. كما أن استخدامَ الكحولِ يُضِرُّ بالكبدِ والبنكرياسِ والدماغِ والأعصابِ والجهازِ الوعائيِّ القلبيِّ. وقد يؤدِّي تناولُ الكحولِ الى الوفاةِ. ويعدُّ الكحولُ وراءَ أكثرَ من نصفِ حالاتِ الانتحارِ وجرائمِ القتلِ، ووَفَيَاتِ الحوادثِ. يعرضُ **الشكلُ ٦** إحدى نتائجِ الحوادثِ المرتبطةِ بالكحولِ. يؤثِّرُ الكحولُ أيضًا في اتخاذِ القراراتِ، وقد يقودُ إلى مخاطراتٍ تهدِّدُ حياةَ مَن يتعاطاهُ.

هناكَ من يُعاني من **إدمانِ الخمرِ** Alcoholism، وهذا يعني أنَّه يصبحُ معتمدًا جسديًّا ونفسيًّا على الكحولِ.

هناكَ الكثيرُ من العقاقيرِ المنبِّهةِ أو المخدِّرةِ. منها ما يُستحصلُ عليه من أصولٍ طبيعيَّةٍ كنباتِ الخشخاشِ أو القنَّبِ الهنديِّ، ومنها ما يحضَّرُ صناعيًّا مثلُ الهيرويين. وإجمالاً فإنّ هذه العقاقيرَ تُسبِّبُ الكثيرَ من الاضطراباتِ العصبيَّةِ والنفسيَّةِ، كما تخلُّ بوظائفِ الكثيرِ من أعضاءِ الجسمِ. كما أنَّها موادُّ محظورةٌ ويحاسِبُ عليها القانونُ. انظرِ **الشكلَ ٧**.



الشكلُ ٦ هذه السيَّارةُ كانَ يقودُها سائقٌ مخمورٌ، عندَ تعرُّضِها للحادثِ.



الشكلُ ٧ يُظهِرُ مسحُ الدماغِ إلى اليسارِ دماغًا في صحَّةٍ جيِّدةٍ. الفحصُ، إلى اليمينِ، هو لفتًى يتعاطى المخدِّراتِ.

التغلُّبُ على الإدمان

إن من يبدأُ بتعاطي الخمرِ والعقاقيرِ المحرَّمةِ الأخرى ظنًّا منه أنها ملاذٌ وحلٌّ لمشكلاتِهِ الصغيرةِ، سُرعانَ ما يكتشفُ أنَّه يقعُ في مشكلاتٍ أشدَّ خطورةً في محيطِ الأسرةِ والمدرسةِ والمجتمعِ، وكلُّها تتعلَّقُ بالإدمانِ. ويكونُ منعُ تفشّي تلكَ الآفةِ بالوقايةِ والبعدِ عن تناولِ المحرَّماتِ والتزامِ الأخلاقِ الفاضلةِ والصحبةِ الجيّدةِ، والبُعدِ عن رفاقِ السوءِ ومنزلقاتِهم. أما في حالِ الوقوعِ بالخطأ، فتكونُ الخطوةُ الأولى للإقلاعِ عن العقاقيرِ الاعترافَ بحرمتِها وضررِها، والتصميمَ على التوقُّفِ عن استخدامِها. ومن المهمِّ للشخصِ المدمنِ أن ينالَ المعالجةَ الطبِّيَّةَ المناسبةَ. ومراكزُ معالجةِ الإدمانِ متوافرةٌ ومستعدَّةٌ للمساعدةِ. قد يكونُ تخطّي العقاقيرِ صعبًا جدًّا، فغالبًا ما تكونُ أعراضُ الانقطاعِ مؤلمةً. والرغبةُ القويَّةُ في تعاطي العقّارِ قد تستمرُ بعدَ مرورِ وقتٍ طويلٍ على الإقلاعِ عنه. لكنَّ الناسَ الذين يتوقَّفون عن سوءِ استخدامِ العقاقيرِ تصبحُ حياتُهم أسعدَ وصحِّيَّةً أكثرَ، لما في ذلك من إزالةِ الشعورِ بالذنبِ والإثمِ.

الشكلُ ٨ خرافاتٌ شائعةٌ حولَ العقاقير

خرافةٌ *«إنّه فقط كحولٌ، ليسَ عقاقير».*

حقيقةٌ الكحولُ عقّارٌ يغيِّرُ المزاجَ والعقلَ. ويؤثِّرُ في الجهازِ العصبيِّ المركزيِّ ويسبِّبُ الإدمانَ.

خرافةٌ *«لن أُدمِنَ من سيجارةٍ أو اثنتينِ في اليومِ».*

حقيقةٌ ليس للإدمانِ علاقةٌ بمقدارِ العقّارِ المستخدمِ. بعضُ الناسِ يصبحون مدمنينَ بعد استخدامِ العقّارِ مرَّةً أو مرَّتين.

خرافةٌ *«أستطيعُ أن أقلعَ في أيِّ وقتٍ أرغبُ».*

حقيقةٌ قد يقلعُ المدمنونَ عن استخدامِ العقاقيرِ ويعودونَ إليها عدَّةَ مراتٍ. عجزُهم عن البقاءِ دون عقّارٍ يُظهرُ قوَّةَ إدمانِهم.

مُراجعةُ القسمِ

ملخّص

- يسبِّبُ الاعتمادُ الجسديُّ أعراضَ الانقطاعِ عندَما يتوقَّفُ الشخصُ عن استخدامِ عقّارٍ ما. يسبِّبُ الاعتمادُ النفسيُّ رغباتٍ نفسيَّةً قويَّةً لتناولِ العقّارِ.
- يوجدُ عدَّةُ أنواعٍ من العقاقيرِ، من بينِها الأدويةُ التي لا تحتاجُ إلى وصفةٍ طبِّيَّةٍ، والأدويةُ التي تحتاجُ إلى وصفةِ طبيبٍ، والأدويةُ العشبيَّةُ.
- يحتوي التبغُ على مادَّةٍ كيميائيَّةٍ مسبِّبةٍ للإدمانِ هي النيكوتين.
- يؤدّي تعاطي الخمرِ إلى الإدمانِ على الكحولِ.

مراجعةُ المفرداتِ والمفاهيم

١. عرِّفْ بأسلوبِك **العقّارَ**، **الإدمانَ**.

استيعابُ الأفكارِ الرئيسة

٢. أيُّ المنتوجاتِ التاليةِ لا يحتوي على عقّارٍ؟
   أ. الكولا.
   ب. عصيرُ الفواكهِ.
   ج. شايُ الأعشابِ.
   د. شرابُ السعالِ.

٣. ما الفرقُ بين الاعتمادِ الجسديِّ والاعتمادِ النفسيِّ؟

4. كيفَ يحدثُ الإدمانُ؟ اذكرْ نتيجتَيْنِ لإدمانِ العقاقيرِ.

مهاراتٌ رياضيّات

٥. إذا ماتَ ٢٢٠٠ شخصٍ تتراوحُ أعمارُهُم بينَ ١٦ سنةً و ٢٠سنةً كلَّ عامٍ في حوادثِ سيرٍ مرتبطةٍ بالكحولِ، فكم يكونُ عددُ الذين يموتونَ كلَّ يومٍ؟

تفكيرٌ ناقدٌ

٦. **تحليلُ الأفكارِ:** اذكرْ طريقتَيْنِ يمكنُ فيهما لشخصٍ مسيءٍ لاستخدامِ العقاقيرِ أنْ يتورَّطَ في مشكلاتٍ مع القانونِ.

٧. **توقُّعُ النتائجِ:** كيف يمكنُ لسوءِ استخدامِ العقاقيرِ أنْ يضرَّ بالعلاقاتِ الأُسريَّةِ أو الحياةِ الأُسريَّةِ؟

القسمُ ٣

المرضُ

مؤشِّراتُ الأداءِ

- يبيِّنُ الفرقَ بينَ الأمراضِ المُعدِيةِ والأمراضِ غيرِ المُعدِيَةِ.
- يحدِّدُ خمسَ طُرُقٍ للتماسِّ مع كائنٍ مسبِّبٍ للمرضِ.
- يعرضُ أربعَ طرقٍ ساهمَتْ في الحدِّ من انتشارِ المرضِ.

المفرداتُ والمفاهيمُ

المرضُ غيرُ المعدي
المرضُ المعدي
مسبِّبُ المرضِ
المناعةُ

استراتيجيَّةُ القراءةِ

تلخيصٌ ثنائيٌّ: اقرأْ هذا القسمَ بتأمُّلٍ. تناوبْ مع زميلٍ لك على تلخيصِ محتوى القسمِ. ثم ناقشا الأفكارَ غيرَ الواضحةِ.

أسبابُ المرضِ

عندَما تصابُ بمرضٍ تتعطَّلُ بعضُ وظائفِ جسمِكَ العاديَّةُ. بعضُ الأمراضِ، مثلِ أنواعِ السرطانِ وأمراضِ القلبِ، لا تنتقلُ من شخصٍ الى آخرَ، وتسمّى **أمراضًا غيرَ مُعدِيَةٍ** Noninfectious diseases.

الأمراضُ غيرُ المعديةِ تسبِّبُها عواملُ متنوِّعةٌ. فمرضُ نزفِ الدمِ (الهيموفيليا) يسبِّبُهُ اختلالٌ جينيٌّ، وهو مرضٌ لا يتجلَّطُ معه دمُ الشخصِ بصورةٍ طبيعيَّةٍ. التدخينُ ونقصُ النشاطِ الرياضيِّ والنظامُ الغذائيُّ المشبعُ بالدهونِ تزيدُ كثيرًا من فرصِ إصابةِ الإنسانِ بأمراضٍ غيرِ معديةٍ. تجنُّبِ العاداتِ السيِّئَةِ، تتجنَّبِ الأمراضَ غيرَ المعديَةِ.

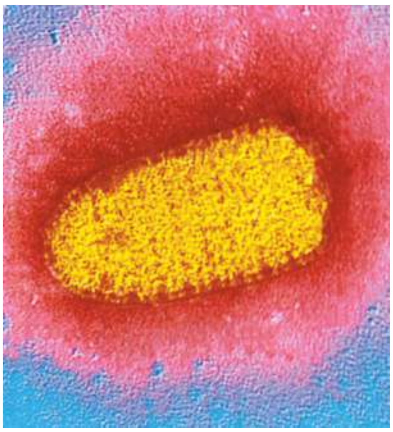
المرضُ الذي يمكنُ أن ينتقلَ من كائنٍ حيٍّ إلى آخرَ هو **مرضٌ معدٍ** Infectious disease. والأمراضُ المعدِيَةُ يمكنُ أنْ تسبِّبَها عواملُ تسمّى **مسبِّباتِ المرضِ** Pathogens، من مثلِ الفيروساتِ. الفيروساتُ جسيماتٌ غيرُ خَلَويَّةٍ صغيرةٌ جدًّا، تعتمدُ على الكائناتِ الحيَّةِ لتتكاثرَ. بعضُ البكتيريا والفطريّاتِ والطلائعيّاتِ والديدانِ وبعضُ البروتيناتِ أيضًا، يمكنُ أنْ تسبِّبَ أمراضًا. يُظهِرُ **الشكلُ ١** بعضَ الصورِ المكبَّرَةِ لكائناتٍ مسبِّبَةٍ للمرضِ.

المرضُ غيرُ المُعْدي: مرضٌ لا يمكنُ أنْ ينتقلَ من شخصٍ إلى آخرَ.

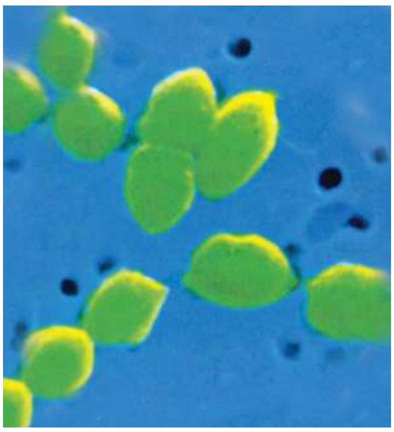
المرضُ المعدي: مرضٌ يسبِّبُهُ كائنٌ مسبِّبٌ للمرضِ، وينتقلُ من شخصٍ إلى آخرَ.

مسبِّبُ المرضِ: كائنٌ مجهريٌّ أو كائنٌ حيٌّ آخرُ أو فيروسٌ أو بروتينٌ يسبِّبُ المرضَ.

الشكلُ ١ كائناتٌ مسبِّبةٌ للمرضِ



▲ يسبِّبُ هذا الفيروسُ داءَ الكَلَبِ.



▲ يمكنُ أنْ تسبِّبَ البكتيريا العقديَّةُ المكوَّرةُ التهابَ الحَنْجَرَةِ.

طرائقُ انتقالِ المرضِ

تستطيعُ مسبِّباتُ المرضِ أن تنتقلَ من شخصٍ إلى آخرَ بعدَّةِ طرقٍ. قد تساعدُكَ معرفةُ ذلك على البقاءِ في صحَّةٍ جيِّدةٍ.

الهواءُ

تنتقلُ بعضُ مسبِّباتِ المرضِ عن طريقِ الهواءِ. فالعَطْسَةُ الواحدةُ، كهذه الظاهرةِ في **الشكل ٢**، تطلقُ كمّيَّةً كبيرةً من الرذاذِ الذي يمكنُ أن يحمِلَ كائناتٍ مسبِّبةً للمرضِ.

الأشياءُ الملوَّثةُ

تعرفُ بلا شكٍّ أنك إذا شربْتَ من زجاجةٍ استعملَها شخصٌ مصابٌ قد تلتقطُ مسبِّبَ المرضِ. يمكنُ أن يتركَ الشخصُ المريضُ بكتيريا أو فيروساتٍ على كثيرٍ من الأشياءِ الأخرى أيضًا. فأشياءُ ملوَّثةٌ، كمقابضِ الأبوابِ ولوحاتِ المفاتيحِ والأمشاطِ والمناشفِ، ربَّما نقلَتْ مسبِّباتِ المرضِ.

من شخصٍ إلى شخصٍ

تنتشرُ بعضُ مسبِّباتِ المرضِ بواسطةِ الاتِّصالِ المباشرِ بين شخصَيْنِ. فقد تصابُ بمرضٍ عن طريقِ التقبيلِ أو المصافحةِ أو ملامسةِ بثورِ شخصٍ مصابٍ.

الحيواناتُ

تحملُ الحيواناتُ بعضَ مسبِّباتِ المرضِ. فقد يصابُ الإنسانُ بفطريّاتٍ أو بكتيريا أو مسبِّباتٍ أخرى.

الطعامُ والماءُ

قد يكونُ شربُ الماءِ بصورةٍ اعتياديَّةٍ، آمنًا في بعضِ البلدانِ. إلاّ أن خطوطَ الماءِ قد تنكسرُ أو قد يغمرُ فيضانٌ محطاتِ تكريرِ المياهِ. فتسمحُ هذه الوقائعُ بأن تدخلَ الكائناتُ الحيَّةُ الدقيقةُ إلى خطوطِ إمداداتِ الماءِ العامَّةِ. البكتيريا التي تنمو في الأطعمةِ والمشروباتِ يمكنُها أيضًا أن تسبِّبَ الأمراضَ. فاللحمُ والأسماكُ والبيضُ، غيرُ المطهوَّةِ بشكلٍ كافٍ، ربَّما احتوَتْ على بكتيريا خطرةٍ أو طفيليّاتٍ. حتى تركُ الطعامِ مكشوفًا عندَ درجةِ حرارةِ الغرفةِ يمنحُ بكتيريا السلمونيلاّ فرصةً لتنموَ وتنتجَ سمومًا في الطعامِ. تبريدُ الموادِّ الغذائيَّةِ يمكنُ أن يبطئَ نموَّ الكثيرِ من مسبِّباتِ المرضِ هذه. ولمّا كانَتِ البكتيريا تنمو في الطعامِ، فإن غَسْلَ الأدواتِ المستخدمةِ في الطهوِ أمرٌ مهمٌّ أيضًا.



الشكلُ ٢ تدفعُ العطسةُ إلى خارجِ جسمِكَ بآلافِ القطراتِ التي تحملُ كائناتٍ مسبِّبةً للمرضِ بسرعةٍ تصلُ إلى 160 km/h.

تحقَّقْ

لماذا يتوجَّبُ أن نطهوَ اللحمَ والبيضَ جيِّدًا؟

رابطُ دراساتٍ اجتماعيَّةٍ

الأمراضُ والتاريخُ: هناك أمراضٌ غيَّرتِ التاريخَ. فالحمّى الصفراءُ، التي يسبِّبُها فيروسٌ ينتشرُ بوساطةِ البعوضِ، شكَّلَتْ واحدةً من العقباتِ التي حالَتْ دونَ بناءِ قناةِ بنما. عندَما توصَّلَ العلماءُ إلى طريقةٍ لمنعِ انتشارِ فيروسِ الحمّى الصفراءِ، أصبحَ بإمكانِ العاملينَ إكمالُ القناةِ. استخدمْ معلوماتٍ من الإنترنتِ والمكتبةِ لإعدادِ ملصقٍ يصفُ كيفَ أثَّرَ مرضٌ معدٍ عبرَ التاريخِ.

وسائلُ مقاومةِ الكائناتِ المسبِّبةِ للمرضِ

حتّى القرنِ العشرينَ، ظلَّ أغلبُ المرضى الذين كانَتْ تُجرى لهم عمليّاتٌ جراحيَّةٌ يموتون بسببِ عدوى بكتيريَّةٍ. إلاّ أنّ الأطبّاءَ توصلوا إلى أنّ النظافةَ البسيطةَ قد تحولُ دونَ انتشارِ بعضِ الأمراضِ. واليومَ، تستخدمُ المستشفياتُ والعياداتُ الطبّيَّةُ تِقْنيّاتٍ متنوِّعةً لمنعِ انتشارِ مسبِّباتِ المرضِ. مثلاً، تُستخدمُ الأشعَّةُ فوقَ البنفسجيَّةِ، والماءُ المغليُّ، والموادُّ الكيميائيّةُ، لقتلِ مسبِّباتِ المرضِ في العياداتِ الصحِّيّةِ.

البسترة

في أواسطِ القرنِ التاسعَ عَشَرَ، توصَّلَ العالمُ الفرنسيُّ لويس باستور إلى طريقةٍ لقتلِ معظمِ البكتيريا في السوائلِ باستخدامِ الحرارةِ. تسمَّى طريقتُهُ هذه **البَسْتَرَةَ**، وهي لا تزالُ تُستخدمُ حتّى اليومِ. الحليبُ الذي يشربُهُ الفتى، في **الشكلِ ٣**، جرَتْ بَسْتَرَتُهُ.



الشكلُ ٣ تستخدمُ البسترةُ اليومَ لقتلِ الكائناتِ المسبِّبةِ للمرضِ في كثيرٍ من أنواعِ الطعامِ، بما فيها مشتقّاتُ الحليبِ والمحارُ والعصيرُ.

> **نشاطٌ منزليٌّ**
>
> **ضبطُ المعلوماتِ**
>
> في البيتِ أو في متجرٍ محلِّيٍّ، جِدْ منتجًا مُبَسْتَرًا. اكتبْ معلوماتِ أمانٍ تجدُها في الملصقِ، بما فيها الحاجةُ إلى تبريدِ المنتجِ. لماذا، في رأيكَ، معظمُ المنتجاتِ التي تلزمُها البسترةُ يلزمُها أيضًا التبريدُ؟

اللقاحاتُ والمناعةُ

في أواخرِ القرنِ الثامنَ عشرَ درسَ إدوارد جنر مرضًا يُسمّى **الجدُريّ**. لاحظَ أن الناسَ الذين أصيبوا بجدريِّ البقرِ بدا أنهم ذوو مناعةٍ ضدَّ الجدريِّ. كانَ لدى هؤلاءِ الناسِ مقاومةٌ ضدَّ الجدريِّ. القدرةُ على مقاومةِ مرضٍ معدٍ، أو التعافي منه، تُسمّى **المناعةَ** **Immunity**. أدّى عملُ جنر إلى إنتاجِ أوّلِ لَقاحٍ عصريٍّ. **اللقاحُ** هو المادَّةُ التي تساعدُ جسمَكَ على أن يطوِّرَ مناعةً ضدَّ المرضِ.

اليومَ تُستخدمُ اللقاحاتُ في كلِّ العالمِ لتجنُّبِ الكثيرِ من الأمراضِ الخطيرةِ. تشملُ اللقاحاتُ العصريَّةُ مسبِّباتِ مرضٍ مقتولةً أو مضعَّفةً، لا يمكنُها أن تسبِّبَ مرضًا شديدًا. اللقاحُ يُشبِهُ مسبِّبَ المرضِ بمقدارٍ كافٍ، فهو يسمحُ لجسمِكَ بأن يطوِّرَ حمايةً ضدَّ المرضِ.

المناعة: القدرةُ على مقاومةِ مرضٍ معدٍ أو القدرةُ على الشفاءِ منه.

المضادّاتُ الحيويَّةُ

هل أصبْتَ يومًا بالتهابٍ في الحنجرة؟ إذا كانَ قد حدَث ذلك، تكونُ قد أُصِبْتَ بعدوى بكتيريَّةٍ. العدوى البكتيريَّة يمكنُ أن تشكِّلَ تهديدًا خطيرًا لصحَّتِكَ. لكن لحسنِ الحظ يستطيعُ الأطبّاءُ عادةً أن يعالجوا هذه الأنواعَ من العدوى بالمضادّاتِ الحيويّةِ. **المضادُّ الحيويُّ** هو مادَّةٌ يمكنُها أن تقتلَ البكتيريا أو تبطئَ نموَّها. يمكنُ استخدامُ المضادّاتِ الحيويَّةِ أيضًا لمعالجةِ العدوى التي تسبِّبُها كائناتٌ حيَّةٌ دقيقةٌ أخرى كالفطريّات. يمكنُكَ أن تأخذَ مضادًّا حيويًّا عندما تكونُ مريضًا. لا تأخذِ المضادَّ الحيويَّ إلا بناءً على إرشاداتِ طبيبِك، من أجلِ أن تضمنَ قتلَ جميعِ الكائناتِ المسبِّبةِ للمرضِ. ومن أمثلةِ المضادّاتِ الحيويةِ البنسيلينُ والأموكسي سيلين.

الفيروساتُ، كالتي تسبِّبُ الزكامَ، لا تتأثَّرُ بالمضادّاتِ الحيويَّةِ. المضادّاتُ الحيويَّةُ تقتُلُ الكائناتِ الحيَّةَ فقط. لا يُعدُّ الفيروسُ كائنًا حيًّا لأنَّه لا يستطيعُ أن يتكاثرَ بنفسِه. ولكي تتكاثرَ الفيروساتُ لا بدَّ لها من الاعتمادِ على الكائناتِ الحيَّة. في الماضي كانتِ الطريقةُ الوحيدةُ لتدميرِ الفيروساتِ التي في الجسمِ تقومُ على تحديدِ مواقعِ الخلايا التي غزتْها الفيروساتُ وقتلِ تلك الخلايا. واليومَ، وبالرغمِ من أن الأدويةَ المضادَّةَ للفيروساتِ لا تزالُ قليلةً، فإن أعدادًا متزايدةً يجري تطويرُها.

وقْفَة مع الرياضيّات

وباء!

تلتقطُ الزكامَ وتذهبُ إلى مدرستِكَ وأنتَ مريضٌ. ليسَ لدى زملائِكَ مناعةٌ ضدَّ الزكامِ. في اليومِ الأوَّلِ تعرَّضَ خمسةٌ من زملائِكَ للزكامِ. في اليومِ التالي يمرِّرُ كلٌّ من أولئك الزملاءِ الفيروسَ إلى خمسةٍ آخرينَ. إذا استمرَّ الوضعُ على هذا النمطِ خمسةَ أيّامٍ أُخرى، فكم من الأشخاصِ سيتعرّضُون لهذا الفيروس؟

تحقَّقْ

هل المضادّاتُ الحيويَّةُ مفيدةٌ لمعالجةِ الزكامِ؟ وضِّحْ ذلك.

مُراجعةُ القسمِ

ملخّص

- لا تستطيعُ الأمراضُ غيرُ المعديةِ أن تنتقلَ من شخصٍ إلى آخرَ.
- الأمراضُ المعديةُ هي التي تنتقلُ من كائنٍ حيٍّ إلى آخرَ.
- تنتشرُ الكائناتُ المسبِّبةُ للمرضِ عن طريقِ التماسِّ مع كائنٍ مصابٍ، وبوساطةِ الأشياءِ الملوَّثةِ والأطعمةِ والماءِ والهواءِ.
- تساعدُ النظافةُ والأدويةُ والبسترةُ واللقاحاتُ على مقاومةِ الأمراضِ.

مراجعةُ المفرداتِ والمفاهيمِ

١. اكتبْ بأسلوبِك تعريفًا لكلٍّ من المفاهيمِ التاليةِ: **مرض معدٍ**، **مرض غير معدٍ**، **مناعة**.

استيعابُ الأفكارِ الرئيسةِ

٢. تحتوي اللقاحاتُ على:
   أ. مسبِّباتِ أمراضٍ مضعَّفةٍ.
   ب. بكتيريا نشطةٍ.
   ج. مضادّاتٍ حيويَّةٍ.
   د. بسترةٍ.

٣. عدِّدْ خمسَ طرقٍ تجعلُكَ على اتِّصالٍ مباشرٍ مع مسبِّبٍ للمرضِ.

٤. سمِّ خمسَ طرقٍ لتجنُّبِ مسبِّباتِ المرضِ أو لمكافحتِها.

تفكيرٌ ناقدٌ

٥. **تحديدُ العلاقاتِ**: لماذا ترتفعُ نسبةُ التعرُّضِ لمخاطرِ الإصابةِ بأمراضٍ معديةٍ في مجتمعٍ ليسَ فيه محطّاتٌ لمعالجةِ المياهِ.

٦. **تحليلُ الطرقِ**: وضِّحْ ما يمكنُ أن يحدثَ إذا لم يرتدِ الطبيبُ قفّازيْنِ في أثناءِ معالجتِهِ لمرضاهُ.

٧. **تطبيقُ المفاهيمِ**: لماذا يساهمُ تلقيحُ الحيواناتِ ضدَّ أمراضٍ معيَّنةٍ في منعِ حدوثِ بعضِ الأمراضِ عندَ الإنسانِ؟

القسم
٤

العاداتُ الصِّحيَّةُ

هل تحبُّ أن تمارسَ الرياضةَ؟ كيف تؤثِّرُ صحتُكَ في نشاطاتِكَ المفضَّلة؟

أيًّا يكنْ عملُك، فكلَّما كانتْ صحتُكَ أفضلَ كانَ أداؤكَ أفضلَ. فدوامُ الصحَّةِ مسؤوليَّةٌ يوميَّةٌ.

العنايةُ بجسمِك

علمُ المحافظةِ على الصحَّةِ وحمايتِها يُسمَّى **علمَ الصحَّةِ** Hygiene. ومن الممارساتِ الصّحيّةِ السليمةِ غَسْلُ اليدينِ لمنعِ انتقالِ المرضِ والعدوى إليكَ. يجبُ أن تغسلَ يديكَ دائمًا بعدَ استخدامِ المرحاضِ، وقبلَ تناولِ الطعامِ وبعدَهُ. العنايةُ بجلدِكَ وشعرِكَ وأسنانِكَ مهمَّةٌ لصحَّةٍ جيِّدةٍ. يشملُ السلوكُ الصحيُّ الجيِّدُ أيضًا استخدامَ واقٍ من الشمسِ، بشكلٍ منتظمٍ، وغسلَ الشعرِ، وتنظيفَ الأسنانِ كلَّ يومٍ.

وضعيَّةُ الجسمِ الجيّدةُ

وضعيَّةُ الجسمِ هي أيضًا مهمَّةٌ للصحَّةِ. الوضعيَّةُ الجيِّدةُ للجسمِ تساعدُكَ على الظهورِ والشعورِ بالشكلِ الأفضلِ. الوضعيَّةُ السيِّئةُ للجسمِ تُتعِبُ عضلاتِكَ وأربطةَ جسمِكَ، وتجعلُ تنفُّسَكَ صعبًا. للحصولِ على وضعيَّةٍ جيِّدةٍ للجسمِ، تخيَّلْ خطًّا عموديًّا يمرُّ، وأنتَ واقفٌ، عبرَ أذنِكَ وكتفِكَ ووركِكَ وركبتِكَ وكاحلِكَ، كما يظهرُ في **الشكل ١**. عندَما تعملُ وأنتَ جالسٌ إلى مكتبٍ، يجبُ أنْ تحافظَ على وضعيَّةٍ جيِّدةٍ لجسمِكَ بجرِّ الكرسيِّ إلى الأمامِ وتثبيتِ القدمَيْنِ على الأرضِ.



الوضعيَّةُ السيِّئةُ للجسمِ تتعبُ عضلاتِكَ وأربطتَكَ، وقد تجعلُ تنفُّسَكَ صعبًا.

عندَما يكونُ جسمُكَ في وضعيَّةٍ جيِّدةٍ تكونُ أذنُكَ وكتفُكَ ووركُكَ وركبتُكَ وكاحلُكَ في خطٍّ مستقيمٍ.

الشكلُ ١ وضعيَّةُ جسمِكَ المائلةُ تتعبُ أسفلَ ظهرِكَ.

مؤشِّراتُ الأداءِ

- يذكرُ ثلاثةَ مظاهرَ مهمَّةٍ للسلوكِ الصحيِّ الجيِّدِ.
- يوضِّحُ أهميَّةَ الرياضةِ والنومِ لصحَّةٍ جيِّدةٍ.
- يبيِّنُ وسائلَ التعاملِ مع الإجهادِ.
- يعدِّدُ ثلاثَ طرقٍ للسلامةِ في البيتِ والطريقِ والخارجِ.
- يخطِّطُ ما يجبُ فعلُهُ في حالِ وقوعِ حادثٍ.

المفرداتُ والمفاهيمُ

علمُ الصحَّةِ
التمرينُ الهوائيُّ
الإجهادُ

استراتيجيَّةُ القراءةِ

منظِّمُ القراءةِ: قبلَ قراءةِ هذا القسمِ، اكتبْ كلَّ عناوينِه. ثم اكتبْ تحتَ كلِّ عنوانٍ ما تظنُّ أنكَ ستتعلَّمُه.

علمُ الصحَّةِ: العلمُ الذي يُعنى بالصحَّةِ وطرقِ المحافظةِ عليها.

التمارينُ الرياضيَّةُ

ممارسةُ التمارينِ الرياضيَّةِ في الهواءِ الطلقِ ثلاثَ مرَّاتٍ، على الأقلِّ، في الأسبوعِ ضروريَّةٌ لصحَّةٍ جيِّدةٍ. **التمرينُ الهوائيُّ** exercise Aerobic تمرينٌ قويٌّ ومتواصلٌ لكاملِ الجسمِ مدَّةَ ٢٠ دقيقةً أو أكثرَ. المشيُ والسباحةُ وركوبُ الدرَّاجةِ أمثلةٌ على التمارينِ الهوائيَّةِ. يُظهرُ **الشكلُ ٢** تمرينًا هوائيًّا آخرَ هو كرةُ السلَّةِ.



الشكلُ ٢ يمكنُ للتمرينِ الهوائيِّ أن يكونَ مسلِّيًا إذا اخترْتَ نشاطًا تتمتَّعُ به.

يزيدُ التمرينُ الهوائيُّ سرعةَ نبضاتِ القلبِ، وبالتالي يحصلُ الجسمُ على كمّيَّةٍ أكبرَ من الأكسجينِ، ويوزِّعُهُ على مختلفِ أنحائِهِ. بمرورِ الوقتِ يقوِّي التمرينُ الهوائيُّ عضلةَ القلبِ والرئتَيْنِ والعظامَ، ويحرقُ السعراتِ الحراريَّةَ، ويساعدُ جسمَكَ في المحافظةِ على المستوياتِ الطبيعيَّةِ لبعضِ المكوِّناتِ الغذائيَّةِ، ويسهِّلُ عمليَّةَ الهضمِ، ويعطيكَ أيضًا طاقةً ومقدرةً أكبرَ. يحمي التمرينُ الهوائيُّ صحَّتَكَ الجسديَّةَ والعقليَّةَ.

تحقَّقْ

اذكر فائدتَيْنِ لممارسةِ التمرينِ الهوائيِّ بانتظامٍ.

النومُ

يحتاجُ المراهقونَ إلى النومِ مدَّةً أطولَ من الأطفالِ. هل غفوْتَ يومًا في الصفِّ، كمن في **الشكلِ ٣**. هل شعرْتَ بالتعبِ في منتصفِ فترةِ ما بعد الظهرِ؟ إذا حدث هذا الأمرُ، دلَّ على أنك لم تنلْ قسطًا كافيًا من النومِ. يقولُ العلماءُ إن المراهقينَ يحتاجونَ تقريبًا إلى حوالي ٩،٥ ساعاتٍ من النومِ كلَّ ليلةٍ.

في الليلِ يمرُّ جسمُكَ بعدَّةِ دوراتٍ من النومِ المطَّردِ في العمقِ يتخلَّلُها فتراتٌ من النومِ الخفيفِ. إن لم تنمْ فترةً طويلةً كافيةً، فإنكَ لن تدخلَ في فترةِ النومِ الأعمقِ والأكثرِ راحةً.

التمرينُ الهوائيُّ: تمرينٌ جسديٌّ يهدفُ إلى زيادةِ نشاطِ القلبِ والرئتَيْنِ وتحسينِ استخدامِ الجسمِ للأكسجينِ.



الشكلُ ٣ إذا كنْتَ تغفو بسهولةٍ في أثناءَ النهارِ، فإنكَ على الأرجحِ لا تنالُ كفايتَكَ من النومِ.

التغلُّبُ على الإجهادِ

غدًا لديكَ مباراةُ كرةِ قدمٍ مهمَّةٌ. هل أنتَ متحمِّسُ ومستعدٌّ لذلك؟ حصلْتَ على درجةٍ منخفضةٍ في اختبارِ اللغةِ الإنكليزيَّةِ. هل أنتَ مضطربٌ أو متوترٌ؟ المباراةُ والاختبارُ يسبِّبانِ لك الإجهادَ. **الإجهادُ** Stress هو حاصلُ الاستجابةِ الجسديَّةِ والعقليَّةِ لضغطٍ ما.

بعضُ أنواعِ الإجهادِ جزءٌ من الحياةِ العاديَّةِ. يحفِّزُ الإجهادُ جسمَكَ على الاستعدادِ لأوضاعٍ خطرةٍ أو صعبةٍ. ومع ذلك قد لا يكونُ لديكَ أحيانًا تنفيسٌ للإجهادِ فيتفاقمُ. تسبِّبُ أشياءُ كثيرةٌ إجهادًا للشخصِ الظاهرِ في **الشكل ٤**. الإجهادُ الزائدُ مضرٌّ بصحَّتِكَ، ويمكنُ أن يُنقِصَ قدرتَكَ على تنفيذِ نشاطاتِكَ اليوميَّةِ.

قد لا تدركُ أنك تعاني من الإجهادِ، إلى أن يبدأَ جسمُكَ يتفاعلُ. قد تصابُ بصداعٍ أو بوجعٍ في المعدةِ أو تبقى مستيقظًا في الليلِ، وقد تشعرُ بالتعبِ كلَّ الوقتِ، أو تشرعُ في ممارسةِ عادةٍ عصبيَّةٍ قديمةٍ كقضمِ الأظفارِ. قد تصبحُ سريعَ الانفعالِ. كلُّ هذه الأشياءِ يمكنُ أن تكونَ علاماتٍ على إجهادٍ كبيرٍ.



الشكل ٤ هل تستطيعُ أن تتعرّفَ كلَّ الأشياءِ في هذه الصورةِ التي قد تسبِّبُ الإجهادَ؟

التعاملُ مع الإجهادِ

تختلفُ أسبابُ الإجهادِ من شخصٍ إلى آخرَ. حالما تحدِّدُ سببَ الإجهادِ تستطيعُ أن تجدَ وسائلَ للتعاملِ معه. فإن لم تقدرْ على إزالةِ السببِ، خُذْ بالأفكارِ التاليةِ للتعاملِ مع الإجهادِ:

- شاركِ الآخرينَ مشكلاتِكَ. ناقشِ الأشياءَ مع شخصٍ تثقُ به، كأحدِ والدَيْك أو صديقِك أو معلِّمِك، أو الأخصائيِّ الاجتماعيِّ.
- ضعْ قائمةً بكلِّ الأشياءِ التي تودُّ أن تنجزَها، ورتِّبِ تلك الأشياءَ بحسبِ أهمِّيَّتِها. أنجزِ الأشياءَ الأكثرَ أهمِّيَّةً أوَّلاً.
- مارسِ الرياضةَ بانتظامٍ، واحصلْ على نومٍ كافٍ.
- أقضِ بعضَ الوقتِ الهادئِ وحيدًا، أو مارسِ التنفُّسَ العميقَ أو تِقْنيَّاتٍ أخرى للاسترخاءِ.
- واظبْ على تأديةِ الصلواتِ الخمسِ بخشوعٍ، وتلاوةِ القرآنِ، والإكثارِ من الذكرِ. فهذه كلُّها عواملُ مهمَّةٌ في التخلُّصِ من الإجهادِ اليوميِّ.

الإجهادُ: استجابةٌ جسديَّةٌ أو عقليَّةٌ للضغطِ.

الوقايةُ من الإصابات

هل سقطْتَ يومًا عن دراجتِكَ أو رضْضتَ كاحلكَ؟ الحوادثُ تقعُ، وقد تسبِّبُ إصابةً أو حتّى الوفاةَ. من المستحيلِ منعُ الحوادثِ كلِّها. لكنكَ تستطيعُ أن تقلِّلَ فرصَ وقوعِها باستخدامِ سرعةِ البديهةِ، وباتِّباعِ قواعدِ السلامةِ الأساسيَّةِ.

السلامةُ في العراءِ (البَرِّ)

ارتدِ دائمًا ما يتناسبُ مع حالةِ الطقسِ أو النشاطِ. ولا تتنزَّهْ أو تخيِّمْ وحيدًا أبدًا. أخبرْ شخصًا على الأقلِّ عن المكانِ الذي ستذهبُ إليه ومتى تتوقَّعُ أن تعودَ. إذا لم تُحضِرْ معكَ ماءً من المنزلِ تأكَّدْ من نقاوةِ الماءِ الذي تشربُهُ في البرِّيَّةِ.

تعلَّمِ السباحةَ، فذلكَ يمكِّنُكَ من إنقاذِ حياتِكَ! لا تسبحْ وحدَكَ أبدًا ولا تقفزْ إلى مياهٍ ضحلةٍ أو غيرِ معروفةِ العمقِ. عندَما تكونُ في زورقٍ، ارتدِ طوقَ النجاةِ. إذا شعرْتَ بتهديدِ عاصفةٍ، اخرجْ من الماءِ حالاً وابحثْ عن ملجأ.

تحقَّقْ

اذكرْ ثلاثَ نصائحَ للسلامةِ في العراءِ.

السلامةُ في البيتِ

يمكنُكَ تجنُّبُ الكثيرِ من الحوادثِ. يُظهِرُ **الشكلُ ٥** نصائحَ للسلامةِ في المنزلِ.

الشكلُ ٥ نصائحُ للسلامةِ في البيتِ

- دعِ الأهلَ يضعوا كاشفَ دخانٍ في كلِّ طابقٍ (لتجنُّبِ الحرائقِ)



الحمَّامُ

- لا تلمسْ أبدًا المحوِّلاتِ أو الأدواتِ الكهربائيَّةَ ويدُكَ مبلَّلةٌ بالماءِ.
- استخدمْ حصيرًا يمنعُ الانزلاقَ في حوضِ الاستحمامِ.
- احرصْ على وجودِ مصباحٍ لاستخدامِه عندَ انقطاعِ الكهرباءِ.

حُجْرةُ الجلوسِ

- أبعدِ الأسلاكَ الكهربائيَّةَ عن الممرّاتِ.
- لا توصلْ كثيرًا من الأدواتِ الكهربائيَّةِ في قابسٍ كهربائيٍّ واحدٍ.

المطبخُ

- نشِّفِ الماءَ المسكوبَ بسرعةٍ.
- لا تدعْ مقابضَ القدورِ تمتدَّ خارجَ حافةِ الفرنِ.
- استخدمْ سلَّمًا للوصولِ إلى الرفوفِ العاليةِ.
- أبقِ على الشحمِ وقطراتِ الشواءِ بعيدًا عن اللهبِ.

المدخلُ والسلالمُ

- استخدمِ السورَ (أو الدرابزين).
- لا تتركْ أمتعةً أبدًا على السلالمِ.



الشكلُ ٦ من المهمِّ دائمًا استخدامُ أدواتِ السلامةِ المناسبةِ.

السلامةُ على الطرقاتِ

وأنتَ في السيَّارةِ، ضعْ حزامَ الأمانِ دائمًا، حتى وإن كانَتْ رحلتُك قصيرةً. تأكَّدْ من أن السائقَ في كاملِ وعيهِ قبلَ الصعودَ معهُ في السيارةِ. معدَّاتُ الأمانِ والتفكيرُ السليمُ هما وسائلُ حمايتِكَ الأفضلُ من الإصابةِ. عندَما تركبُ درَّاجةً هوائيَّةً ارتدِ دائمًا خوَّذةً، كهذه الظاهرةِ في **الشكل ٦**. قُدْ في اتِّجاهِ السيرِ الصحيحِ والتزمْ قوانينَ المرورِ كلَّها. تأكَّدْ من إعطاءِ إشارةٍ عندَ التوقُّفِ أو الانعطافِ.

السلامةُ في الصفِّ

يمكنُ أن تقعَ حوادثُ في المدرسةِ خصوصًا في حصَّةِ المختبرِ أو حصَّةِ الأشغالِ اليدويَّةِ. ولئلاَّ تُلحقَ الضررَ بنفسِك وبالآخرين، اتَّبعْ دائمًا تعليماتِ معلِّمِكَ والتزمْ بإجراءاتِ السلامةِ المطلوبةِ في جميعِ الأوقاتِ.

عندَما تقعُ الحوادثُ

يظلُّ من الممكنِ أن تقعَ الحوادثُ حتّى في ظلِّ الالتزامِ بإجراءاتِ السلامةِ. ماذا يجبُ أن تفعلَ إذا غصَّ صديقٌ لك بالطعامِ، ولم يعدْ بإمكانِهِ التنفُّسُ؟ ماذا لو أنَّ حشرةً لسعَتْ صديقَكَ وكانَتْ ردَّةُ فعلهِ حساسيَّةً حادَّةً؟

طلبُ النجدةِ

حالما تتنبَّهُ إلى أخطارٍ أخرى، اتَّصلْ فورًا للحصولِ على مساعدةٍ طبِّيَّةٍ، كما يفعلُ الشخصُ الظاهرُ في **الشكل ٧**. في معظمِ المجتمعاتِ يوجدُ رقمُ هاتفٍ تحدِّدُه الجهاتُ الرسميَّةُ وهو ١٠٤ رقم شرطة النجدة في إقليم كوردستان – العراق. وعِنْدَ الاتِّصالِ تكلَّمْ برويَّةٍ وبوضوحٍ، وأعطِ العنوانَ الكاملَ، والوصفَ الكاملَ للموقعِ. صفِ الحادثَ، وحدِّدْ عددَ المصابينَ وأنواعَ الإصاباتِ. اسألْ عمّا يمكنُ أن تفعلَهُ، واستمعْ بعنايةٍ إلى التعليماتِ. دعِ الشخصَ الآخرَ يُنهِ الاتِّصالَ أوَّلاً للتأكُّدِ من عدمِ وجودِ أسئلةٍ أو تعليماتٍ أخرى لك.



الشكلُ ٧ عند الاتِّصالِ برقمِ الطوارئِ ابقَ هادئًا، واستمعْ بعنايةٍ إلى ما يقولُه لك من يجيبُكَ.

تعلُّمُ الإسعافِ الأوَّليِّ

إذا أردْتَ أن تعرفَ أن تتعلَّمَ عمّا يجبُ فعلُهُ في الحالاتِ الطارئةِ يمكنُكَ أن تلتحقَ بدورةٍ خاصَّةٍ عن الإسعافِ الأوَّليِّ أو وسائلِ الإنعاشِ، كما يظهَرُ في **الشكل ٨**. يمكنُ للإنعاشِ أن ينقذَ شخصًا لا يتنفَّسُ ولا ينبضُ قلبُهُ. تؤمِّنُ بعضُ الدوراتِ المختصَّةِ بالعنايةِ بالأطفالِ أيضًا معلوماتٍ عن الإسعافِ الأوَّليِّ. الهلالُ الأحمرُ والمنظَّماتُ الاجتماعيَّةُ الأهليَّةُ والمستشفياتُ المحلِّيَّةُ توفِّرُ هذه الدوراتِ. ومع ذلك، لا ينبغي أن تجريَ أيَّ محاولةٍ لإنقاذِ الحياةِ، ما لم تكنْ قد تدرَّبْتَ على ذلك من قبلُ.



الشكلُ ٨ هؤلاءِ الشبابُ يتلقَّونَ درسًا خاصًّا بالإنعاشِ لتحضيرِ أنفسِهم للحالاتِ الطارئةِ.

تحقَّقْ

ما هو الإنعاشُ؟ وكيف تتعلَّمُه؟

مُراجعةُ القسم

ملخَّص

- يتضمَّنُ السلوكُ الصحيُّ الجيِّدُ اعتناءَكَ بجلدِكَ وشعرِكَ وأسنانِكَ.
- الوضعيَّةُ الجيِّدةُ للجسمِ مهمَّةٌ للصحَّةِ.
- ممارسةُ التمارينِ الرياضيَّةِ تحافظُ على صحَّةِ قلبِكَ ورئتَيْكَ وعظامِكَ.
- يحتاجُ المراهقونَ إلى أكثرَ من 9 ساعاتٍ من النومِ للشعورِ بالراحةِ، والبقاءِ في صحَّةٍ جيِّدةٍ.
- التعاملُ مع الإجهادِ جزءٌ مهمٌّ من عمليَّةِ المحافظةِ على الصحَّةِ الجسديَّةِ والعقليَّةِ.
- من المهمِّ أن تعيَ المخاطرَ الممكنةَ داخلَ منزلِكَ وفي الخارجِ وفي المدرسةِ، واستخدامُكَ لمعدَّاتِ السلامةِ المناسبةِ يُساهمُ في بقائِكَ آمنًا.

مراجعةُ المفرداتِ والمفاهيمِ

وضِّحِ المقصودَ بكلٍّ من المفرداتِ والمفاهيمِ التاليةِ:

١. علمِ الصِّحَّةِ.
٢. التمرينِ الهوائيِّ.
٣. الإجهادِ.

استيعابُ الأفكارِ الرئيسةِ

٤. أيٌّ ممَّا يلي مهمٌّ لصحَّةٍ جيِّدةٍ؟
أ. تمرينٌ غيرُ منتظمٍ.
ب. قصُّ الشعرِ.
ج. العنايةُ بالأسنانِ.
د. التعرُّضُ الطويلُ للشمسِ.

٥. اذكرْ شيئَيْنِ يجبُ أن تقومَ بهما عندَما تطلبُ المساعدةَ لحالةٍ طبِّيَّةٍ طارئةٍ.

٦. اذكرْ ثلاثَ طرقٍ لتبقى آمنًا عندَما تكونُ خارجَ المنزلِ، وثلاثَ طرقٍ لتبقى آمنًا داخلَ المنزلِ.

٧. كيفَ تحميكَ أحزمةُ الأمانِ ومعدَّاتُ السلامةِ؟

مهاراتٌ رياضيّاتٌ

٨. يُقدَّرُ أن ٦٥٪ فقط من السائقينَ يضعونَ أحزمةَ الأمانِ. إذا كانَ في هذه اللحظةِ ١٠٠٠٠ شخص يقودونَ سيّاراتٍ في محيطِكَ، فكم واحدًا منهم يضعُ حزامَ الأمانِ؟

تفكيرٌ ناقدٌ

٩. **تطبيقُ المفاهيمِ**: ما الحالاتُ التي تسبِّبُ لك الإجهادَ؟ ماذا تفعلُ لتريحَ نفسَكَ من الإجهادِ الذي تشعرُ بهِ؟

١٠. **استدلالٌ**: تفيدُ نشرةُ الطقسِ، أن درجةَ الحرارةِ في الخارجِ هذه اللحظةَ 16°C. وستصبحُ فيما بعدُ 32°C. إذا كنْتَ أنتَ وأصدقاؤكَ تريدونَ أن تلعبوا كرةَ القدمِ في المتنزَّهِ فماذا عليكم أن ترتدوا؟ ماذا عليْكُم أن تُحضِروا معكُم؟

مُراجَعَةُ الْفَصلِ

مراجعةُ المُفرداتِ والمفاهيم

وضِّح المقصودَ بكلٍّ من المفرداتِ والمفاهيمِ التاليةِ:

١. الموادُّ الغذائيَّةُ.

٢. الهرمُ الغذائيُّ.

٣. سوءُ التغذيةِ.

٤. الإدمانُ.

٥. العقّارُ.

٦. المرضُ المعدي.

٧. مسبِّبُ المرضِ.

٨. الإجهادُ.

٩. التمرينُ الهوائيُّ.

استيعابُ الأفكارِ الرئيسةِ

اختيارٌ من متعدِّدٍ

١٠. ما الجملةُ الصحيحةُ عن العقاقيرِ؟

أ. لا يمكنُ أن يصبحَ الطفلُ مدمنَ عقّارٍ.

ب. تدخينُ سيجارةٍ أو اثنتينِ فقط آمنٌ للجميعِ.

ج. الكحولُ ليسَ عقّارًا.

د. قد تكونُ أعراضُ الانقطاعِ مؤلمةً.

١١. ما تأثيرُ الخمرِ على الجهازِ العصبيِّ المركزيِّ؟

أ. يسرِّعُه.

ب. يبطِّئُه.

ج. يحافظُ على انتظامِه.

د. لا يؤثِّرُ فيه.

١٢. مسبِّباتُ المرضِ:

أ. كلُّ الفيروساتِ والكائناتِ الحيةِ الدقيقةِ.

ب. فيروساتٌ وكائناتٌ حيَّةٌ دقيقةٌ تسبِّبُ المرضَ.

ج. كائناتٌ غيرُ معديةٍ.

د. كلُّها بكتيريا تعيشُ في الماءِ.

١٣. أيّ من التالي مرضٌ معدٍ؟

أ. الحساسيَّةُ.

ب. التهابُ المفاصلِ الروماتيزمي.

ج. داءُ الربْو.

د. الزكامُ الشائعُ.

١٤. لتبقى أسنانُكَ في حالةٍ جيِّدةٍ:

أ. نظِّفْ أسنانَكَ بالفُرشةِ بأكبرِ قوَّةٍ ممكنةٍ.

ب. استخدمْ فرشةَ الأسنانِ حتى تبلى.

ج. نظِّفْ أسنانَكَ بالفرشةِ مرّتينِ على الأقلِّ يوميًّا.

د. نظِّفْ أسنانَكَ بالخيطِ مرَّةً في الأسبوعِ على الأقلِّ.

١٥. بالاستنادِ إلى الهرمِ الغذائيِّ، ما الأطعمةُ التي يجبُ أن تكْثِرَ من تناولِها؟

أ. اللحومُ.

ب. الحليبُ واللبنُ الزباديُّ والجبنُ.

ج. الفواكهُ والخضراواتُ.

د. الخبزُ والحبوبُ والأرزُّ والمعكرونةُ.

١٦. أيٌّ من التالي يساعدُكَ على التعاملِ مع الإجهادِ؟

أ. تجاهلُ واجباتِكَ المنزليَّةِ.

ب. تناولُ شرابٍ يحتوي على الكافيينِ.

ج. التكلُّمُ مع صديقٍ.

د. مشاهدةُ التلفازِ.

١٧. التدخينُ يزيدُ من مخاطرِ:

أ. سرطانِ الرئةِ.

ب. حوادثِ السيرِ.

ج. ضررِ الكبدِ.

د. الكآبةِ.

إجابةٌ قصيرةٌ

١٨. ما مخاطرُ التدخينِ وشربِ الخمرِ؟

١٩. اذكرْ طريقتَيْنِ تجعلانِكَ تحتكُّ بكائناتٍ مسبِّبةٍ للمرضِ.

٢٠. ما الأنواعُ الثلاثةُ من الموادِّ الغذائيَّةِ التي توفِّرُ الطاقةَ في شكلِ سعراتٍ حراريَّةٍ؟ ما الوظيفةُ الرئيسةُ لكلِّ نوعٍ منها في الجسمِ؟

٢١. اذكرْ حالتَيْنِ يمكنُ أن تؤدِّيا إلى سوءِ التغذيةِ.

٢٢. وضِّحْ لماذا يتوجَّبُ دائمًا أن ترتديَ وسائلَ الأمانِ عندَما تركبُ درَّاجتَكَ الهوائيَّةَ.

تفكيرٌ ناقدٌ

٢٣. **تقويمُ البياناتِ:** احتمالُ الموتِ بسببِ لَقاحِ السعالِ الديكيِّ تبلغُ نسبتُهُ حوالي واحدٍ في المليونِ. أما احتمالُ الموتِ من السعالِ الديكيِّ نفسِهِ فتبلغُ نسبتُه حوالي واحد في ٥٠٠. ناقشِ الأسبابَ التي تجعلُكَ مع هذا التلقيحِ، والأسبابَ التي تجعلُكَ ضدَّهُ.

٢٤. **خريطةُ المفاهيمِ:** استخدمِ المصطلحاتِ التاليةَ لوضعِ خريطةِ مفاهيمَ: **كربوهيدرات، ماء، بروتينات، موادّ غذائيَّة، دهون، فيتامينات، أملاح معدنيَّة، دهون مشبعة، دهون غير مشبعة.**

٢٥. **تطبيقُ المفاهيمِ:** أصبحْتَ مؤخَّرًا نباتيًّا وأنتَ قلقٌ من أنَّ جسمَكَ لا ينالُ البروتيناتِ الكافيةَ. سمِّ طعامَيْنِ تستطيعُ أن تتناولَهما للحصولِ على كمِّيَّاتٍ أكبرَ من البروتينِ.

٢٦. **تحليلُ الأفكارِ:** سيقيمُ ابنُ عمِّكَ البالغُ من العمرِ سنتينِ مع عائلتِكَ، سمِّ ثلاثةَ أشياءَ يمكنُ أن تفعلَها للتأكُّدِ من أن المنزلَ آمنٌ لطفلٍ صغيرٍ.

الخط الزمني

الوَحدةُ

ج

إعادةُ تشكيلِ سطحِ الأرضِ

في هذه الوحدةِ ستدرسُ عمليّاتِ التحلُّلِ لصخورِ الأرضِ، وآليّاتِ تكوُّنِ التربةِ، التي تُعدُّ أحدَ العواملِ الأساسيَّةِ لقيامِ الحياةِ على الأرضِ. ويعرضُ الخطُّ الزمنيُّ أمامَك محطَّاتٍ رئيسةً للتغيُّراتِ على سطحِ الأرضِ. وقد تمَّ التركيزُ فيها على خصوصيَّةِ المنطقةِ العربيَّةِ.



قبلَ ٢٠٠ مليونِ سنةٍ

بدأ ترسُّبُ معظمِ الصخورِ المصدريّةِ للبترولِ في الخليجِ العربيِّ.

قبلَ ١٣٠ مليونِ سنةٍ

ترسَّبتْ أقدمُ عيّناتِ الكهرمانِ في العالمِ، وهي قد تقودُ إلى اكتشافِ الحمضِ النوويِّ للديناصوراتِ التي عاشتْ في ذلكَ الزمنِ في الترسُّباتِ الرمليّةِ في لبنانَ.

قبلَ ٥ ملايينِ سنةٍ

بدأتْ أنهارُ شرقِ البحرِ المتوسطِ بنحتِ أوديتِها التي يزيدُ عمقُها في بعضِ الأماكنِ على ١.٥ كم.

قبلَ ١٠٠٠٠ سنةٍ

حدثَ آخرُ ثورانٍ للحممِ البركانيّةِ في شمالِ الصفيحةِ العربيّةِ جنوبَ غربِ سوريا.

١٩٧٠

شُيِّدَ السدُّ العالي على نهرِ النيلِ في مصرَ، وكانَ أكبرَ سدٍّ في الوطنِ العربيِّ، إذ تبلغُ مساحةُ بحيرةِ ناصرٍ المتكوِّنةِ خلفهُ ٥٢٥٠ كم².

١٩٨٧

انفصلَ جبلٌ جليديٌّ تزيدُ مساحتهُ على نصفِ مساحةِ دولةِ قطرَ عن أطرافِ الجليدِ القاريِّ لمنطقةِ القطبِ الجنوبيِّ.



قبلَ ٦٥ مليونَ سنةٍ

انقرضَتِ الديناصوراتُ.



قبل ٢٠ مليونَ سنةٍ

انفصلَتِ الجزيرةُ العربيّةُ عن القارّةِ الإفريقيةِ، وبدأَ تكوُّنُ البحرِ الأحمرِ وخليجِ عدنَ.

١٨٣٦

تمَّ اكتشافُ مغارةِ جعيتا في لبنانَ، وهيَ واحدةٌ من أجملِ المغاورِ في الوطنِ العربيِّ. ولم تفتحْ للسيّاحِ إلاّ سنةَ ١٩٥٨.

١٨٧٩

جرى نقلُ مسلّةِ كليوباترا من مصرَ إلى مدينةِ نيويورك. وفي غضون السنواتِ المئةِ التاليةِ، أصيبَ هذا النُّصبُ التذكاريُّ الجرانيتيُّ، الذي شيِّدَ قبلَ ٣٠٠٠ سنةٍ، بأضرارٍ بالغةٍ بفعلِ التجويةِ والتلوُّثِ.



١٩٩٨

افتتحَتْ هونغ كونغ مطارًا جديدًا على جزيرةٍ وسِّعتْ اصطناعيًّا. فقدْ تمَّ طمرُ ٣٥٠ مليونَ مترٍ مكعبٍ تقريبًا من الصخورِ والأتربةِ في بحرِ الصينِ الجنوبيِّ لتكوينِ هذه الجزيرةِ التي تفوقُ مساحتُها ١٢ مليونَ مترٍ مربَّعٍ.



٢٠٠٢

كشفتْ دراسةٌ للناسا (الهيئةِ الوطنيّةِ الأمريكيّةِ للملاحةِ الجويّةِ والفضاءِ) أن الكتلةَ الجليديّةَ للقطبِ الشماليِّ تنصهرُ بمعدلِ ٩٪ كلَّ ١٠ سنواتٍ. وبهذا المعدّلِ يمكنُ للكتلةِ الجليديَّةِ أن تنصهرَ خلالَ هذا القرنِ.

الفصل ٦

التجويةُ وتكوُّنُ التربةِ

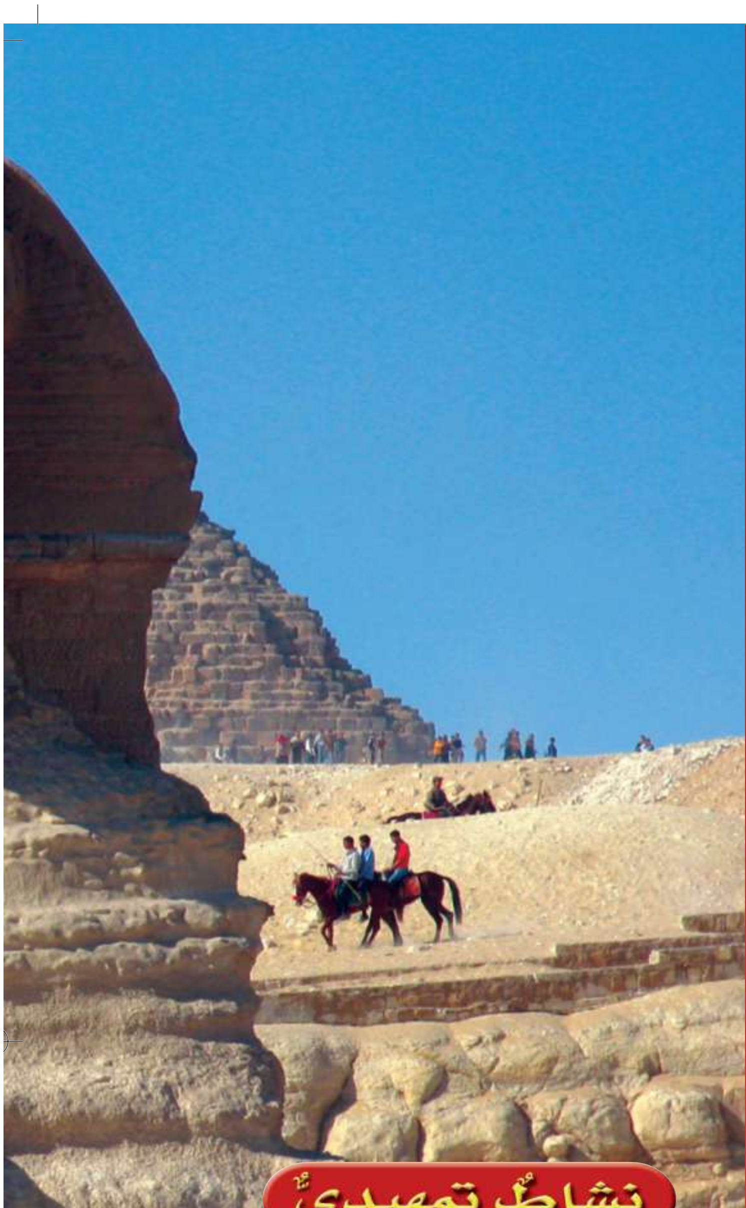
الفكرةُ الرئيسةُ

التجويةُ عمليَّةٌ مستمرَّةٌ تؤدّي إلى تكوُّنِ التربةِ وتطوُّرِ التضاريسِ الأرضيَّةِ.

القسمُ

حولَ الصورةِ

يُعدُّ أبو الهولِ أقدمَ منحوتةٍ صخريّةٍ وواحدًا من أكبرِها على الأرض. يُعتقدُ أنهُ تمَّ نحتُهُ منذُ حوالي ٤٥٠٠ سنةٍ، لكنَّ معظمَ أجزائهِ بقيتْ مطمورةً لفتراتٍ طويلةٍ منذُ بنائه. يفوقُ طولُ هذا التمثالِ الضخمِ ٢٧ م، ويزيدُ ارتفاعُهُ على ٢٢ م. تتضاربُ الآراءُ حولَ كيفيّةِ زوالِ أنفه، وأحدُها يعزوهُ إلى عواملِ التعريةِ. حصلتْ محاولاتٌ متعدِّدةٌ لترميمهِ من جرّاءِ عواملِ التجويةِ والبري، وخاصةً عندَ الصدرِ، بالنظرِ إلى ضعفِ الطبقةِ الصخريّةِ على ذلكَ المستوى، لكنَّ هذه الجهودَ لم تصلْ حتى الآنَ إلى النتائجِ المتوخاةِ.

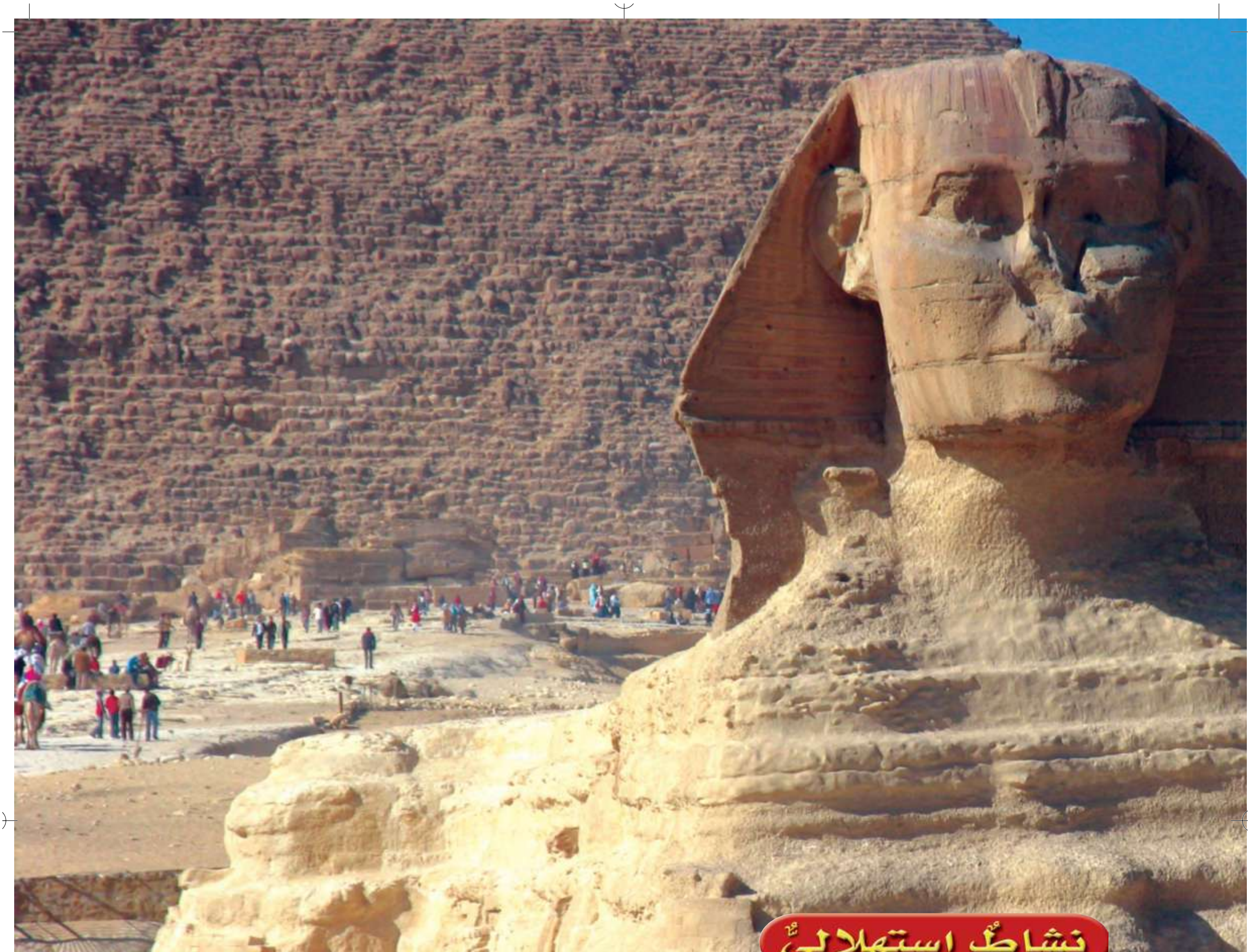


نشاطٌ تمهيديٌّ

ملف الملاحظات

بطاقةُ مفرداتٍ: قبلَ البدءِ بقراءةِ هذا الفصل، قمْ بإعدادِ **بطاقةِ المفرداتِ** الموصوفةِ في قسمِ **مهاراتِ الدراسةِ** المدرجةِ في ملحقِ الكتاب. اكتبْ مفردةً أو مفهومًا من الفصلِ على كلِّ لسانٍ من البطاقةِ. خلفَ كلِّ لسانٍ، اكتبْ تعريفَ المفردةِ أو المفهومِ.





نشاطٌ استهلاليٌّ

ما الفرقُ؟

ستدرسُ في هذا الفصلِ عن عمليّاتِ التجويةِ ومعدّلاتِها. أكملْ هذا النشاطَ لتعرفَ كيفَ يؤثّرُ الحجمُ والمساحةُ السطحيّةُ لمادّةٍ معيّنةٍ في مدى سرعةِ تحلُّلِ المادّةِ.

الخُطواتُ

١. املأْ **وعاءَيْنِ صغيرَيْنِ بالماءِ** إلى النصفِ تقريبًا.

٢. أضفْ **مكعَّبًا واحدًا من السكَّرِ** إلى أحدِهما.

٣. أضفْ ملءَ **معلقةٍ صغيرةٍ سكَّرًا خشنًا** إلى الوعاءِ الآخرِ.

٤. استخدمْ **ملعقةً واحدةً** لكلِّ وعاءٍ وحرِّكِ الماءَ والسكَّرَ في كلٍّ منهما بمعدَّلِ السرعةِ نفسِهِ.

٥. استخدمْ **ساعةَ توقيتٍ**، واضبطْها لتعرفَ كم تستغرقُ إذابةُ السكَّرِ في كُلِّ وعاءٍ.

التحليلُ

١. هل ذابَ السكّرُ في الوعاءَيْنِ بمعدَّلٍ واحدٍ للسرعةِ؟ علِّلْ إجابتَكَ.

٢. هل تعتقدُ أن صخرًا كبيرًا سيتآكلُ بسرعةٍ أكبرَ من عدَّةِ صخورٍ صغيرةٍ؟ علِّلْ إجابتَكَ.

القسم ١

التجوية

مؤشرات الأداء

- يصفُ كيفَ يؤثِّرُ كلٌّ من الجليدِ والماءِ، والرياحِ، والجاذبيَّةِ، والنباتاتِ، والحيواناتِ، في التجويةِ الميكانيكيَّةِ.
- يفسِّرُ كيفَ يسبِّبُ الماءُ والأحماضُ والرياحُ التجويةَ الكيميائيَّةَ للصخورِ.

المفرداتُ والمفاهيمُ

التجويةُ
التجويةُ الميكانيكيَّةُ
البَرْيُ
التجويةُ الكيميائيَّةُ
المطرُ الحَمْضيُّ

استراتيجيَّةُ القراءةِ

تلخيصٌ ثنائيٌّ: اقرأ هذا القسمَ قراءةً متأمِّلةً. ثم تناوبْ مع زميلٍ لكَ على تلخيصِ الموادِّ. ناقشا الأفكارَ التي تبدو غيرَ واضحةٍ.

إذا كنْتَ قد سلكْتَ يومًا طريقًا وعرًا، فربَّما لاحظْتَ صخورًا صغيرةً مبعثرةً هنا وهناكَ. من أينَ أتتْ تلكَ الصخورُ؟

أتَتْ هذه الصخورُ الصغيرةُ من صخرٍ أكبرَ تعرَّضَ للتحلُّلِ والتفتُّتِ. و**التجويةُ** Weathering هي العمليَّةُ التي تتفتَّتُ أو تتحلَّلُ، بوساطتِها الموادُّ الصخريَّةُ بفعلِ عمليّاتٍ فيزيائيَّةٍ وكيميائيَّةٍ، دونَ نقلٍ للفُتاتِ.

التجويةُ: العمليَّةُ التي تتفتَّتُ أو تتحلَّلُ بوساطتِها الموادُّ الصخريَّةُ بفعلِ عمليّاتٍ فيزيائيَّةٍ وكيميائيَّةٍ دونَ النقلِ.

التجويةُ الميكانيكيَّةُ

إذا بدأْتَ بكسرِ صخرةٍ بصخرةٍ أخرى، فإنَّكَ تستعرضُ نوعًا من أنواعِ التجويةِ الميكانيكيَّةِ. **التجويةُ الميكانيكيَّةُ** Mechanical weathering هي تفتُّتُ الصخرِ إلى أجزاءٍ أصغرَ بوسائلَ فيزيائيَّةٍ. تشملُ عواملُ التجويةِ الميكانيكيَّةِ الجليدَ والرياحَ والماءَ، والجاذبيَّةَ والنباتاتِ، وحتى الحيواناتِ.

التجويةُ الميكانيكيَّةُ: تفتُّتُ الصخورِ إلى أجزاءٍ أصغرَ بوسائلَ فيزيائيَّةٍ مع بقاءِ الفتاتِ في مكانِه.

تجمُّدُ الماءِ

إنَّ عمليتيْ تجمُّدِ الماءِ وانصهارِهِ المتعاقبتَيْنِ على التربةِ والصخورِ تُسمّيانِ **تأثيرَ الصقيعِ**، وهو شكلٌ من أشكالِ التجويةِ الميكانيكيَّةِ. يبيِّنُ **الشكلُ ١** الآليَّةَ التي يؤثِّرُ بها الصقيعُ، والتي تحدثُ على النحوِ التالي: يتسرَّبُ الماءُ إلى الشقوقِ في الفصلِ الدافئِ، وعندما تنخفضُ درجاتُ الحرارةِ يتجمَّدُ الماءُ ويزدادُ حجمُهُ، فيضغطُ على جانبيِ الشقِّ، مسبِّبًا توسُّعَه.

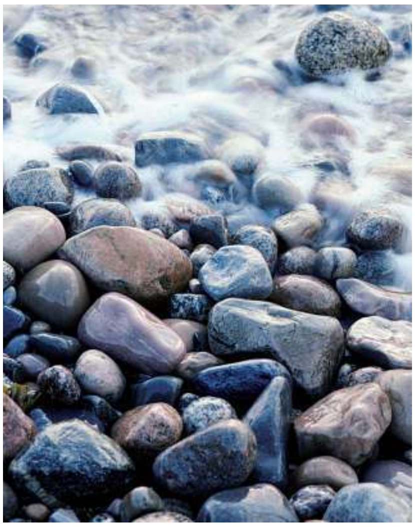
الشكلُ ١ تجمُّدُ الماءِ



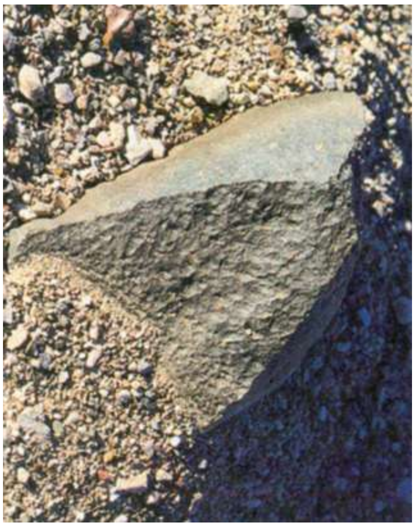
الجرانيتُ في الصورةِ يتفتَّتُ بفعلِ تجمُّدِ الماءِ المتكرِّرِ، المبيَّنِ أدناهُ.



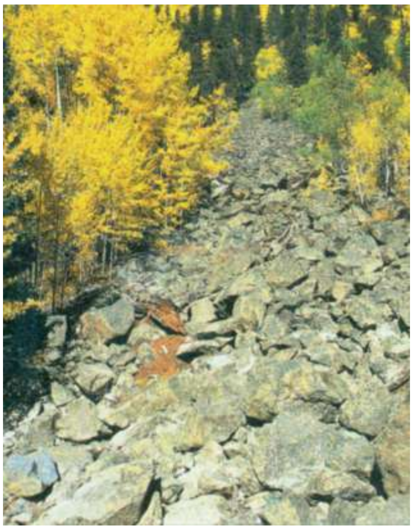
الشكلُ ٢ ثلاثةُ أشكالٍ من البَري.



هذه الصخورُ النهريَّةُ مدوَّرةٌ، لأنها تتقلَّبُ في مجرى النهرِ منذُ سنواتٍ كثيرةٍ بفعلِ الجريانِ السريعِ.



اتخذَ هذا الصخرُ شكلَهُ بفعلِ هبوبِ الرمالِ. تُسمّى مثلُ هذه الصخورِ صخورَ حصًى هندسيَّةٍ (حصباءَ الريحِ).



تسحقُ الصخورُ بعضُها بعضًا في أثناءِ انزلاقٍ صخريٍّ، ممّا يُنتجُ قطعًا صخريَّةً أصغرَ فأصغرَ (ركامَ السفوحِ).

البَرْيُ (النحتُ)

عندَما تحُكُّ السبّورةَ بقطعةٍ من الطباشيرِ، تزولُ حبيباتٌ من الطباشيرِ لتشكِّلَ خطًّا على السبّورةِ، وتُصبحُ قطعةُ الطباشيرِ أصغرَ بسببِ النحتِ. هذه العمليةُ نفسُها، المسمّاةُ البريَ، تحدثُ مع الصخورِ. و**الْبَرْيُ** Abrasion هو نحتُ سطحِ صخرٍ وتآكُلُهُ عبرَ فعلٍ ميكانيكيٍّ لصخرٍ آخرَ أو لحبيباتِ الرملِ.

البَرْيُ: نحتُ سطوحِ الصخرِ وتآكُلُها بفعلٍ ميكانيكيٍّ لصخورٍ أخرى أو لحُبيباتِ الرملِ.

الرياحُ، والماءُ، والجاذبيّةُ

يمكنُ للبَري أن يحدُثَ بطرقٍ متعدِّدةٍ، كما يظهرُ في **الشكلِ ٢**. عندَما تتدحرجُ الصخورُ والحصى في قاعِ نهرٍ سريعِ الجريانِ، تتصادمُ ويحتكُّ بعضُها ببعضٍ. تجعلُ التجويةُ الناتجةُ عن ذلك هذه الصخورَ مدوَّرةً وملساءَ في النهايةِ.

الرياحُ أيضًا تسبِّبُ البَريَ. فهي عندَما تهبُّ لتذرَّ الرملَ والغرينَ على الصخورِ المنكشفةِ، تحُتُّ سطحَ تلكَ الصخورِ. يبيِّنُ الشكلُ الأوسطُ أعلاه ما يمكنُ لحبيباتِ الرملِ أن تفعلَهُ في الصخرِ.

يحدثُ البَريُ أيضًا عندَما يتساقطُ صخرٌ على آخرَ. تخيَّلِ القُوى التي تؤثرُ بها الصخورُ بعضُها على بعضٍ، وهي تتحرَّكُ متدحرجةً على سفحِ جبلٍ مكوِّنةً ما يعرفُ بركامِ السفوحِ.

تحقَّقْ

سمِّ ثلاثةَ أشياءَ تسبِّبُ البَرْيَ.

النباتاتُ

هل رأيتَ يومًا أرصفةً وشوارعَ مُتشقِّقةً بفعلِ جذورِ الأشجارِ التي تنمو جذورُها في شقوقِ الصخورِ؟ خلالَ نموِّ النباتاتِ يصبحُ لديها قوةٌ تجعلُ الشقوقَ تَتَّسِعُ، وبالتالي يمكنُ للصخرةِ برُمَّتِها أن تتفتَّتَ، كما يظهرُ في **الشكلِ ٣**.



الشكلُ ٣ لجذورِ الأشجارِ قوَّةٌ تكفي لتفتيتِ الصخورِ الصلبةِ.

الحيواناتُ

ديدانُ الأرض تُسبِّبُ الكثيرَ من التجويةِ! فهيَ تحفرُ مخترقةً التربةَ. هذه العمليَّةُ تعرِّضُ سطوحًا جديدةً للتجويةِ المستمرَّةِ. هل تصدِّقُ أن بعضَ أنواعِ الديدانِ الاستوائيَّةِ تحرِّكُ حواليْ ٢٠٠ طنٍّ متريٍّ من الأتربةِ في الهكتارِ الواحدِ خلالَ عامٍ؟ كلُّ حيوانٍ يحفرُ جُحرًا في الأرضِ يسبِّبُ تجويةً ميكانيكيَّةً. النملُ، والديدانُ، والفئرانُ، والأرانبُ، هي بعضٌ من الحيواناتِ التي تساهمُ في التجويةِ. يبيِّنُ **الشكلُ ٤** بعضَ هذه الحيواناتِ في أثناءِ عملِها. وفي كثيرٍ من الأحيانِ، تساهمُ الحيواناتُ في تقليبِ التربةِ وحفرِها مسبِّبةً نوعًا آخرَ من التجويةِ يُسمّى **التجويةَ الكيميائيَّةَ**.

تحقَّقْ

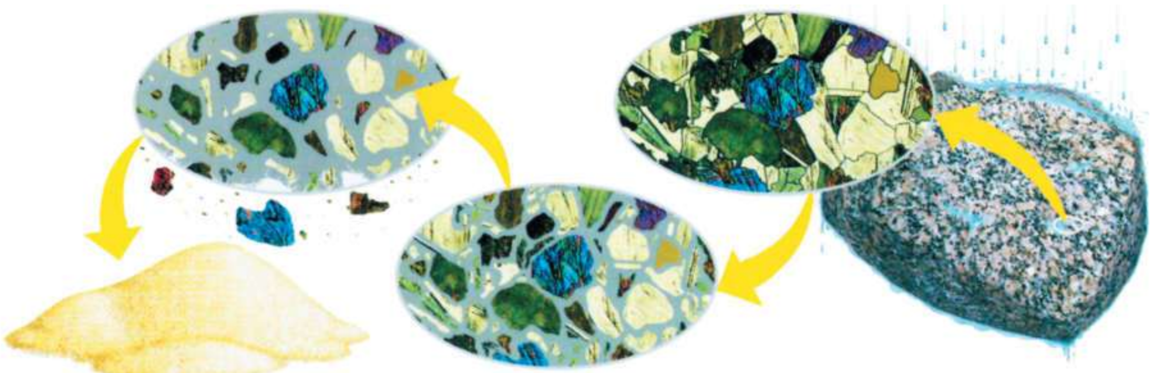
سمِّ ثلاثةَ حيواناتٍ يمكنُ أن تتسبَّبَ في التجويةِ.



الشكلُ ٤ الحيواناتُ التي تعيشُ في التربةِ، كالحشراتِ، والديدانِ، وسنجابِ الأرضِ، تسبِّبُ الكثيرَ من التجويةِ.

الشكلُ ٥ التجويةُ الكيميائيَّةُ للجرانيت

بعدَ آلافِ السنينَ من التجويةِ الكيميائيَّةِ، يمكنُ أن تتحوَّلَ حتّى الصخورُ الصلبةُ، كالجرانيتِ، إلى رواسبَ.



١ المطرُ، والأحماضُ الضعيفةُ، والهواءُ، كلُّها تحلِّلُ الجرانيتَ كيميائيًّا.

٢ تضعفُ الروابطُ بينَ الحبيباتِ المعدنيَّةِ مع التجويةِ المستمرَّةِ.

٣ عندَما يتحلَّلُ الجرانيتُ ينتجُ عنه الرملُ والطينُ.

التجويةُ الكيميائيَّةُ

إن العمليَّةَ التي تتحلّلُ بوساطتِها الصخورُ ويتغيّرُ تركيبُها الكيميائيُّ كنتيجةٍ للتفاعلاتِ الكيميائيةِ تُسمّى **التجويةَ الكيميائيَّةَ Chemical weathering**. والعواملُ الشائعةُ للتجويةِ الكيميائيَّةِ هي الماءُ، والأحماضُ الضعيفةُ، والهواءُ.

التجويةُ الكيميائيّةُ: العمليَّةُ التي تتحلَّلُ بوساطتِها الصخورُ كنتيجةٍ للتفاعلاتِ الكيميائيَّةِ.

المطرُ الحمضيُّ: الأمطارُ والثلوجُ التي تحتوي على تركيزٍ عالٍ من الأحماضِ.

الماء

الصخورُ الصلبةُ، كالجرانيتِ مثلاً، يمكنُ أن تتحلَّلَ بتأثيرِ الماءِ. لكنَّ الأمرَ قد يستغرقُ آلافَ السنينَ. يبيِّنُ **الشكلُ ٥** كيف يتحلَّلُ الجرانيتُ كيميائيًّا.

المطرُ الحمضيُّ

تسمّى الأمطارُ والثلوجُ التي تحتوي على تركيزٍ عالٍ من الأحماضِ **المطرَ الحمضيَّ Acid precipitation**. المطرُ بطبيعتِهِ حمضيٌّ. والمطرُ الحمضيُّ يحتوي على حمضٍ أكثرَ من المطرِ العاديِّ. يمكنُ للمستوى المرتفعِ من الحموضةِ أن يسبِّبَ تجويةً سريعةً جدًّا للصخورِ. فكمّيّاتٌ صغيرةٌ من حمضِ الكبريتيكِ وحمضِ النيتريكِ، من مصادرَ طبيعيَّةٍ كالبراكينِ، يمكنُها أن تجعلَ المطرَ حمضيًّا. كما يمكنُ أن ينتجَ المطرُ الحمضيُّ من تلوُّثِ الهواءِ بفعلِ احتراقِ وقودٍ أحفوريٍّ، كالفحمِ الحجريِّ والنفطِ. عندَما يحترقُ هذا الوقودُ، تنتجُ غازاتٌ منها أكاسيدُ الكبريتِ، وأكاسيدُ النيتروجينِ، وأكاسيدُ الكربونِ. هذه المركَّباتُ عندَما تتَّحدُ مع الماءِ في الغلافِ الجويِّ تكوِّنُ أحماضًا ثم تتساقطُ على الأرضِ ضمنَ المطرِ أو الثلجِ. وعندَما تكونُ الحموضةُ مرتفعةً جدًّا يصبحُ المطرُ الحمضيُّ ضارًّا بالنباتاتِ والحيواناتِ.

رابطُ كيمياء

حموضةُ المطر

تقاسُ الحموضةُ باستخدامِ مقياسِ الرقمِ الهيدروجينيِّ pH، الذي تتدرَّجُ وحداتُهُ من صفرٍ إلى ١٤. إن المحاليلَ التي يقلُّ فيها الرقمُ الهيدروجينيُّ عن ٧ تكونُ حمضيَّةً. ابحثْ حولَ بعضِ قيمِ الرقمِ الهيدروجينيِّ المسجَّلةِ للمطرِ الحمضيِّ. ثمَّ قارنْ بينَ قيمِ الرقمِ الهيدروجينيِّ هذه وقيمِ الرقمِ الهيدروجينيِّ لأحماضٍ أخرى شائعةٍ، كعصيرِ الليمونِ وحمضِ الخلِّ.



الشكلُ ٦ أدّى الحمضُ الموجودُ في المياهِ الجوفيَّةِ إلى تجويةِ الصخورِ الجيريَّةِ، فتكوَّنتْ كهوفٌ طبيعيَّةٌ، من أشهرِها مغارةُ جعيتا في لبنانَ.

الأحماضُ في المياهِ الجوفيَّةِ

تحتوي المياهُ الجوفيَّةُ في بعضِ الأماكنِ على أحماضٍ، كحمضِ الكربونيكِ وحمضِ الكبريتيك. عندَما تلامسُ المياهُ الجوفيَّةُ الصخورَ الجيريَّةَ تحتَ سطحِ الأرضِ يحدثُ تفاعلٌ كيميائيٌّ. بمرورِ الزمنِ، تنتجُ عن تحلُّلِ الصخورِ الجيريَّةِ مظاهرُ جوفيَّةٌ كالكهوفِ، مثلِ المغارةِ الظاهرةِ في **الشكلِ ٦**، التي تتكوَّنُ من تآكلِ الصخورِ الجيريَّةِ.

الأحماضُ في الكائناتِ الحيَّةِ

انظرِ الأشناتِ في **الشكلِ ٧**. تُنتِجُ الأشناتُ الأحماضَ التي يمكنُها تحليلُ الصخورِ ببطءٍ. وهي تنمو على جوانبِ الأشجارِ والصخورِ. يمكنُ للأشناتِ أن تنموَ أيضًا في أماكنَ لا تستطيعُ بعضُ النباتاتِ ذاتِ السيقانِ الخشبيَّةِ أن تنموَ فيها، كالصحاري، وفي المناطقِ القطبيَّةِ، وفي المناطقِ التي تعلو خطَّ نموِّ الأشجارِ في السلاسلِ الجبليَّةِ.

الهواءُ

السيّارةُ الظاهرةُ في **الشكلِ ٨** تتعرَّضُ للتجويةِ الكيميائيَّةِ بسببِ الأكسجينِ في الهواءِ. حيثُ يتفاعلُ الأكسجينُ في الهواءِ مع حديدِ السيّارةِ، مما يسبِّبُ صدأَها. والماءُ يسرِّعُ العمليَّةَ. لكن يمكنُ أن يحدثَ الصدأُ دونَ وجودِ الماءِ. يسمِّي العلماءُ هذه العمليَّةَ الأكسدةَ.

مختبرٌ سريعٌ

الأحماضُ تتفاعلُ!

١. تشكِّلُ صلصةُ الطماطمِ مثالاً على الطعامِ الذي يحتوي على الأحماضِ الضعيفةِ التي تتفاعلُ مع موادَّ محدَّدةٍ. خذْ **قطعةَ نقودٍ معدنيَّةً** ذاتَ مظهرٍ باهتٍ، وادلكْها **بصلصةِ الطماطمِ** لبضعِ دقائقَ.

٢. اغسلِ القطعةَ.

٣. ماذا حدثَ لقطعةِ النقودِ؟ علِّلْ ذلك.

٤. فيمَ تتشابهُ هذه العمليَّةُ مع ما يحدثُ للصخورِ عندَما تتعرَّضُ للأحماضِ الطبيعيَّةِ خلالَ التجويةِ؟



الشكلُ ٧ الأشناتُ التي تتألَّفُ من فطرٍ وطحالبَ يعيشانِ معًا، تساهمُ في التجويةِ الكيميائيَّةِ.

الأكسدةُ تفاعلٌ كيميائيٌّ تتّحدُ خلالَه العناصرُ، كالحديدِ، مع الأكسجين لتكوينِ مركّباتٍ تُسمّى الأكاسيدَ. هذا الشكلُ الشائعُ من التجويةِ الكيميائيَّةِ يُسبِّبُ الصدأَ. قد تتعرَّضُ السيّاراتُ القديمةُ، وعلبُ الألمنيوم، ودرّاجتُك، للأكسدةِ إذا تُركَتْ مكشوفةً للهواءِ والمطرِ فترةً طويلةً من الزمن.



الشكلُ ٨ الصدأُ نتيجةٌ للتجويةِ الكيميائيَّةِ.

تحقَّقْ

ما الذي تسبِّبُهُ الأكسدةُ؟

مُراجعةُ القسم

ملخّص

- تجمُّدُ الماءِ شكلٌ من أشكالِ التجويةِ الميكانيكيَّةِ، معه يتسرَّبُ الماءُ إلى داخل الشقوقِ الصخريَّةِ ثم يتجمَّدُ ويزدادُ حجمُه.
- تتسبَّبُ الرياحُ، والماءُ والجاذبيَّةُ، في التجويةِ الميكانيكيَّةِ عن طريق البَرْي أو النحت.
- تتسبَّبُ الحيواناتُ والنباتاتُ في التجويةِ الميكانيكيَّةِ عن طريق تقليبِ التربةِ وتفتيتِ الصخور.
- الماءُ والأحماضُ والهواءُ تحلّلُ الصخورَ كيميائيًّا من خلال إضعافِ الروابطِ بين حبيباتِ المعادنِ في الصخورِ.

مراجعةُ المفرداتِ والمفاهيمِ

١. اكتبْ بأسلوبِكَ تعريفًا لكلِّ مصطلحٍ من المصطلحاتِ التاليةِ:
التجويةِ، التجويةِ الميكانيكيَّةِ، البَرْي، التجويةِ الكيميائيَّةِ، المطرِ الحمضي.

استيعابُ الأفكارِ الرئيسةِ

٢. أيُّ الأشياءِ التاليةِ لا يسبِّبُ تجويةً ميكانيكيَّةً؟
أ. الماء. ج. الرياح.
ب. الحمض. د. الحيوانات.

٣. حدِّدْ ثلاثةَ أشياءَ تسبِّبُ التجويةَ الكيميائيَّةَ للصخورِ.

٤. صفْ ثلاثَ طرقٍ للبَري تحدثُ طبيعيًّا.

٥. كلٌّ من جذورِ الأشجارِ والجليدِ يحدثُ تجويةً ميكانيكيَّةً للصخورِ بطريقتِهِ. قارنْ بين الطريقتَيْن.

٦. عدِّدْ خمسةَ مصادرَ للتجويةِ الكيميائيَّةِ.

تفكيرٌ ناقدٌ

٧. **استدلالٌ**: لماذا يحلِّلُ المطرُ الحمضيُّ الصخورَ أسرعَ من المطرِ العاديِّ؟

٨. **مقارنةٌ**: قارنْ بينَ التجويةِ التي تؤثِّرُ في الصخورِ على قممِ الجبالِ وتلكَ التي تؤثِّرُ في الصخورِ المدفونةِ تحتَ سطحِ الأرضِ.

مهاراتٌ رياضيّاتٌ

٩. الموادُّ التي يقلُّ الرقمُ الهيدروجينيُّ pH لمحلولِها عن ٧ تكونُ حمضيَّةً، وكلّما انخفضَ الرقمُ الهيدروجينيُّ رقمًا ترتفعُ الحمضيَّةُ عشرَ مرّاتٍ. مثلاً، يكونُ المطرُ العاديُّ ذا حمضيَّةٍ خفيفةٍ عندَما يكونُ رقمُهُ الهيدروجينيُّ ٥,٦. فإذا كانَ الرقمُ الهيدروجينيُّ في المطرِ الحمضيِّ ٤,٦، يكونُ هذا المطرُ أكثرَ حمضيَّةً بعشرِ مرّاتٍ من المطرِ العاديِّ. فبكم مرَّةً يكونُ المطرُ أكثرَ حمضيَّةً من المطرِ العاديِّ إذا كانَ رقمُهُ الهيدروجينيُّ ٣,٦؟

القسمُ
٢

معدَّلاتُ التجويةِ

مؤشّراتُ الأداءِ

- يفسرُ كيفَ يؤثّرُ تركيبُ الصخورِ في معدَّلِ التجويةِ.
- يصفُ كيفَ تؤثّرُ المساحةُ الكلّيّةُ لسطحِ الصخرِ في معدَّلِ تحلّلِ الصخرِ.
- يصفُ كيفَ تؤثّرُ فروقُ الارتفاعِ والمناخِ في معدَّلِ التجويةِ.

المفرداتُ والمفاهيمُ

التجويةُ التفاضليَّةُ

استراتيجيَّةُ القراءةِ

منظِّمُ القراءةِ: خلالَ قراءتِكَ لهذا القسمِ، لخِّصْ مفاهيمَه الأساسيَّةَ مُستخدمًا عناوينَهُ.

هل شاهدْتَ يومًا فيلمًا من الرسومِ المتحرِّكةِ يقعُ فيه أحدُ أبطالِه من قمّةٍ، ويحطُّ على حافةٍ بارزةٍ؟ توجدُ هذه الحافاتُ البارزةُ في الطبيعةِ لأنَّ الصخورَ المكوِّنةَ للحافةِ تتحلَّلُ ببطءٍ أكثرَ من الصخورِ المحيطةِ بها.

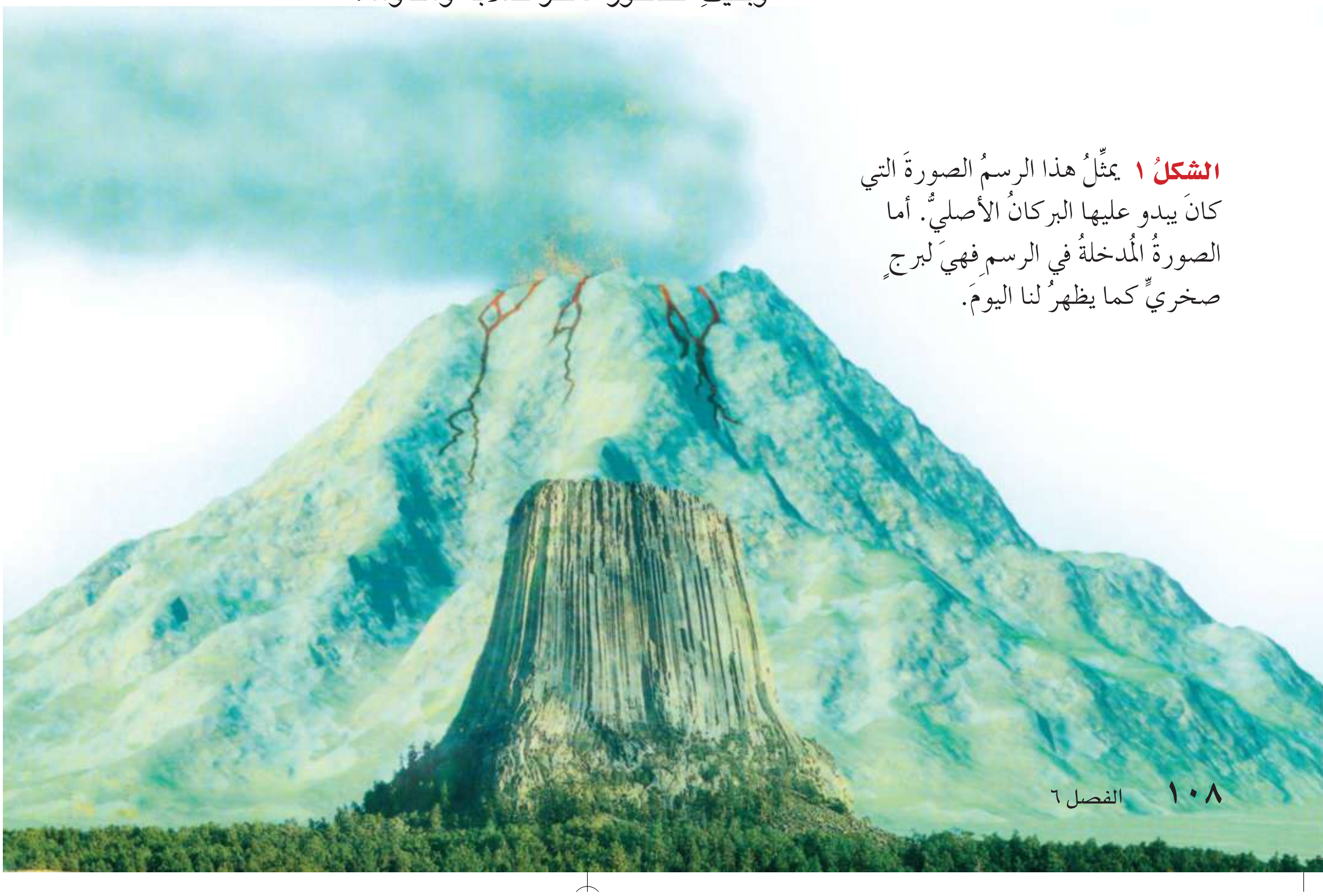
التجويةُ عمليَّةٌ تستغرقُ وقتًا طويلاً. ومع ذلك تحدثُ التجويةُ في بعضِ الصخورِ أسرعَ ممّا هي في صخورٍ أخرى. يُعزى معدَّلُ السرعةِ الذي تتحلَّلُ به الصخورُ بالتجويةِ إلى المناخِ، والارتفاعِ، وتركيبِ الصخورِ.

التجويةُ التفاضُليَّةُ

تتحلَّلُ الصخورُ الصلبةُ، كالجرانيتِ، ببطءٍ أكثرَ من الصخورِ الأكثرِ ليونةً، كالصخرِ الجيريِ. و**التجويةُ التفاضليّةُ** Differential weathering عمليَّةٌ تتآكلُ بوساطتِها الصخورُ الأكثرُ ليونةً والأقلُّ مقاومةً للتجويةِ، مخلِّفةً الصخورَ الأكثرَ صلابةً ومقاومةً للتجويةِ.

التجويةُ التفاضليّةُ: عمليّةٌ تتآكلُ بوساطتِها الصخورُ الأكثرُ ليونةً والأقلُّ مقاومةً للتجويةِ وتخلّفُ الصخورَ الأكثرَ مقاومةً للتجويةِ.

يبيِّنُ **الشكلُ ١** تضاريسَ اتَّخَذَتْ شكلَها بوساطةِ التجويةِ التفاضُليَّةِ. كانَ البرجُ الصخريُّ يومًا كتلةً من الصخورِ المنصهرةِ في داخلِ بركانٍ نشطٍ. وعندَما بردَتِ الصخورُ المنصهرةُ وتصلَّبَتْ، كانَ البرجُ الصخريُّ محميًّا من التجويةِ بوساطةِ الصخرِ الخارجيِّ للبركانِ. لكن بعدَ آلافِ الأعوامِ من التجويةِ، تآكلَتْ أجزاءُ الصخرِ البركانيِّ الخارجيَّةُ الأقلُّ صلابةً، وبقيَتِ الصخورُ الأكثرُ صلابةً ومقاومةً.



الشكلُ ١ يمثِّلُ هذا الرسمُ الصورةَ التي كانَ يبدو عليها البركانُ الأصليُّ. أما الصورةُ المُدخلةُ في الرسمِ فهي لبرجٍ صخريٍّ كما يظهرُ لنا اليومَ.

شكلُ الصخورِ

تحدثُ التجويةُ على السطحِ الخارجيِّ للصخور. لذلك، كلَّما كانَتْ مساحةُ السطحِ المكشوفةُ على التجويةِ أكبرَ، تآكلَ الصخرُ بسرعةٍ أكبرَ. إن للصخرِ الكبيرِ مساحةً سطحيَّةً كبيرةً. لكنَّ الصخرَ الكبيرَ له حجمٌ كبيرٌ أيضًا. وبسببِ حجمِهِ الكبيرِ، يستغرقُ تآكلُهُ وقتًا طويلاً.

إذا تكسَّرَ صخرٌ كبيرٌ إلى أجزاءٍ أصغرَ، فإن تجويتَهُ تحدثُ بسرعةٍ أكبرَ. يزدادُ معدَّلُ سرعةِ تجويتِهِ لأن نسبةَ المساحةِ السطحيَّةِ للصخرِ الصغيرِ إلى حجمِهِ أكبرُ من نسبةِ مساحةِ سطحِ الصخرِ الكبيرِ إلى حجمِهِ. لذلكَ يتعرَّضُ الصخرُ الصغيرُ لعمليَّةِ التجويةِ بسرعةٍ أكبرَ.

التجويةُ والمناخُ

يتأثَّرُ معدَّلُ التجويةِ في أيِّ منطقةٍ تأثُّرًا كبيرًا بمناخِ هذه المنطقةِ. والمناخُ هو متوسِّطُ حالةِ الطقسِ في منطقةٍ خلالَ فترةٍ طويلةٍ من الزمنِ. انظرْ صندوقَيِ البريدِ المبيَّنينِ في **الشكل ٢**. فقد وضِعا في مُناخَيْنِ مختلفين. وُضعَ صندوقُ البريدِ الأيسرُ في مُناخٍ جافٍّ، ووضعَ صندوقُ البريدِ الأيمنُ في مناخٍ رطبٍ ودافئ. أنتَ ترى أن صندوقَ البريدِ الموضوعَ في المناخِ الرطبِ والدافئِ قد صَدِئَ.

> **تحقَّقْ**
> لماذا يتعرَّضُ صندوقُ بريدٍ في مناخٍ رطبٍ ودافئٍ لمعدَّلٍ من التجويةِ يفوقُ ما يتعرَّضُ له صندوقٌ مماثلٌ في مناخٍ جافٍّ وباردٍ؟

صندوقُ البريدِ هذا موضوعٌ في مناخٍ رطبٍ ودافئ، فهو يتعرَّضُ لمعدَّلٍ مرتفعٍ من التجويةِ الكيميائيَّةِ يُسمّى الأكسدةَ.



صندوقُ البريدِ هذا موضوعٌ في مناخٍ جافٍّ، فهو لا يتعرَّضُ لمعدَّلٍ مرتفعٍ من التجويةِ.



الشكلُ ٢ تبيِّنُ هذه الصورُ ما تُحدثُهُ المناخاتُ المختلفةُ في معدَّلاتِ التجويةِ.

> **تحقَّقْ**
> كيف تؤثِّرُ الزيادةُ في المساحةِ السطحيَّةِ على معدَّلِ التجويةِ؟

مختبرٌ سريعٌ

ينقصُ الحجمُ تزدادُ المساحةُ السطحيَّةُ

سيزودُك معلّمُكَ بثلاثةِ مكعّباتٍ خشبيَّةٍ مختلفةِ الحجمِ، بحيثُ يكونُ طولُ ضلعِ المكعّبِ الأكبرِ ٤ سم وطولُ ضلعِ المكعَّبِ الأوسطِ ٢ سم، وطولُ ضلعِ المكعَّبِ الصغيرِ ١ سم.

١. احسبِ المساحةِ السطحيَّةَ للمكعّباتِ الثلاثةِ.
٢. كم يعادلُ حجمُ المكعَّبِ الأكبرِ من حجمِ المكعَّبِ الأوسطِ؟
٣. احسبِ المساحةَ السطحيَّةَ لثمانيةِ مكعَّباتٍ متوسِّطةِ الحجمِ.
٤. هل تكبرُ المساحةُ السطحيَّةُ لثمانيةِ مكعَّباتٍ متوسِّطةِ الحجمِ المساحةَ السطحيَّةَ للمكعَّبِ الأكبرِ؟ بكمْ؟
٥. كم يعادلُ حجمُ المكعَّبِ الأكبرِ من حجمِ المكعَّبِ الصغيرِ؟
٦. احسبِ المساحةَ السطحيَّةَ لأربعةٍ وستّينَ مكعَّبًا من الحجمِ الصغيرِ.
٧. هل تكبرُ المساحةُ السطحيَّةُ لأربعةٍ وستّينَ مكعَّبًا من الحجمِ الصغيرِ المساحةَ السطحيَّةَ للمكعَّبِ الأكبرِ؟ بكمْ؟
٨. ماذا تستخلصُ من النتائجِ؟

نشاطٌ منزليٌّ

تجمُّدُ الماءِ

املأْ عبوةً بلاستيكيّةً صغيرةً بالماءِ. سُدَّ فتحتَها بقطعةٍ من المعجون. ضَعِ القنّينةَ في بيتِ الثلجِ حتى صباحِ اليومِ التالي. صفْ ما حدثَ للمعجون. لاحظْ تجمُّدَ الماءِ وأثرَهُ.

درجةُ الحرارةِ والماءُ

يكونُ معدَّلُ التجويةِ الكيميائيَّةِ أسرعَ في المُناخاتِ الرطبةِ الدافئةِ. فقد تعرَّضَ صندوقُ البريدِ الصَّدئُ لنوعٍ من التجويةِ الكيميائيَّةِ يُسمّى الأكسدةَ. الأكسدةُ، مثلُها مِثْلُ التفاعلاتِ الكيميائيَّةِ الأخرى، تحدثُ بمعدَّلٍ أسرعَ عندَما تكونُ درجاتُ الحرارةِ أعلى، ومع وجودِ الماءِ.

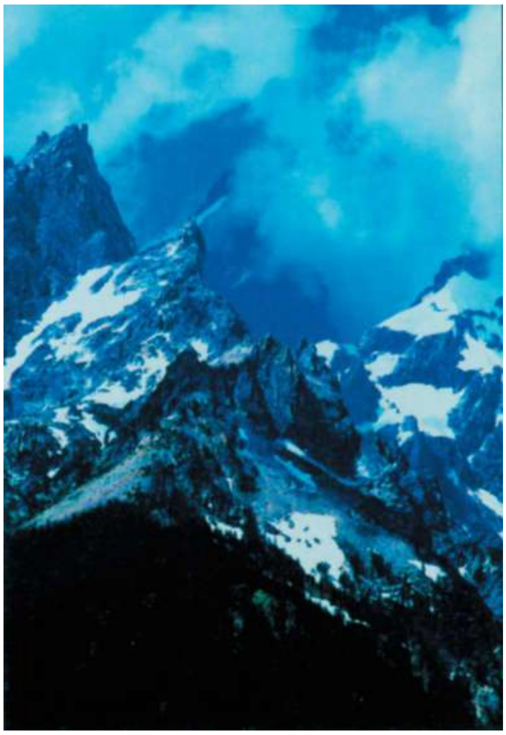
يرفعُ الماءُ معدَّلَ سرعةِ التجويةِ الميكانيكيَّةِ. إن تجمُّدَ الماءِ الذي يتسرَّبُ إلى داخلِ شقوقِ الصخورِ يسبِّبُ تشقُّقَها. مع مرورِ الزمنِ، يمكنُ لهذا النوعِ من التجويةِ أن يفتِّتَ حتى أكثرَ الصخورِ صلادةً ويحوِّلَها إلى أتربةٍ.

درجةُ الحرارةِ عاملٌ رئيسٌ آخرُ في التجويةِ الميكانيكيَّةِ. فكلَّما تسبَّبَ انخفاضُ درجاتِ الحرارةِ وارتفاعُها في تكوينِ الجليدِ و انصهارِهِ وتكرَّرَ ذلك،يحدثُ تشقُّقٌ وتفتُّتٌ للصخورِ يكوِّنانِ معدَّلاً مرتفعًا من التجويةِ الميكانيكيَّةِ.

التجويةُ والارتفاعُ

الجبالُ، كغيرِها من الأشياءِ، مكشوفةٌ على الهواءِ والماءِ. نتيجةً لذلك تتحلَّلُ السلاسلُ الجبليَّةُ. تحدثُ التجويةُ في الجبالِ بالطريقةِ نفسِها التي تحدثُ بها في أيِّ مكانٍ. لكن، وكما يظهرُ في **الشكل ٣**، تكونُ الصخورُ على ارتفاعاتٍ عاليةٍ، كصخورِ الجبالِ، مكشوفةً على الرياحِ والأمطارِ والجليدِ أكثرَ من الصخورِ على ارتفاعاتٍ أدنى. هذه الزيادةُ في الرياحِ والأمطارِ والجليدِ على المرتفعاتِ العاليةِ، تُسبِّبُ تجوِّيَ قممِ الجبالِ بمعدَّلٍ أسرعَ.

تؤثِّرُ الجاذبيَّةُ أيضًا في التجويةِ. فالانحدارُ الحادُّ لسفوحِ الجبالِ يزيدُ مفعولَ التجويةِ الميكانيكيَّةِ والكيميائيَّةِ. والسفوحُ الشديدةُ الانحدارِ تُسرِّعُ جريانَ مياهِ الأمطارِ على جوانبِ الجبالِ. ومياهُ الأمطارِ تحملُ معها الرواسبَ من سفوحِ الجبالِ إلى المواقعِ السفليَّةِ. هذا الجَرْفُ المتواصلُ للرواسبِ يكشفُ سطوحًا صخريَّةً جديدةً ويعرِّضُها لمفعولِ التجويةِ. تنكشفُ السطوحُ الصخريَّةُ الجديدةُ على التجويةِ عندَما تتسبَّبُ الجاذبيَّةُ في سقوطِ الصخورِ من سفوحِ الجبالِ، مكوِّنةً ركامَ السفوحِ.



الشكلُ ٣ الجليدُ، والأمطارُ والرياحُ التي تتعرَّضُ لها قممُ هذهِ الجبالِ تسبِّبُ لها التجويةَ بمعدَّلٍ سريعٍ.

تحقَّقْ

لماذا يكونُ تحلُّلُ رؤوسِ الجبالِ أسرعَ من تحلُّلِ الصخورِ عندَ مستوى سطحِ البحرِ؟

ملخَّص

- تتحلّلُ الصخورُ الصلبةُ ببطءٍ أكثرَ من الصخورِ الأقلِّ صلابةً.
- كلّما كانتِ المساحةُ السطحيَّةُ الصخريَّةُ المنكشفةُ على التجويةِ أكبرَ، تآكلَ الصخرُ بمعدَّلٍ أسرعَ.
- تحدثُ التجويةُ الكيميائيَّةُ بصورةٍ أسرعَ في المناخاتِ الرطبةِ الدافئةِ.
- تحدثُ التجويةُ بصورةٍ أسرعَ على ارتفاعاتٍ عاليةٍ بسببِ الزيادةِ في الجليدِ والأمطارِ والرياحِ.

مراجعةُ المفرداتِ والمفاهيم

١- اكتبْ بأسلوبِكَ تعريفًا لمصطلحِ **التجويةِ التفاضليّةِ**.

استيعابُ الأفكارِ الرئيسةِ

٢- يكونُ للصخرِ معدَّلُ تجويةٍ أدنى عندَما يكونُ:

أ. في مناخٍ رطبٍ.

ب. صلبًا جدًّا كالجرانيتِ.

ج. على ارتفاعٍ عالٍ.

د. لهُ مساحةٌ سطحيَّةٌ مكشوفةٌ أكبرَ على التجويةِ.

٣- كيفَ تؤثِّرُ المساحةُ السطحيَّةُ في معدَّلِ التجويةِ؟

٤- كيفَ يؤثِّرُ المناخُ في معدَّلِ التجويةِ؟

٥- لماذا يكونُ تجوِّي قمَّةِ الجبلِ أسرعَ من تجوِّي الصخورِ عندَ سفحِهِ؟

مهاراتٌ رياضيّاتٍ

٦- تبلغُ المساحةُ السطحيَّةُ لمكعَّبٍ بكاملِهِ ٩٦ سم². لمّا كانَ طولُ كلِّ وجهٍ وعرضُهُ متساويين، فكم يكونُ طولُ الوجهِ الواحدِ من المكعَّبِ؟

تفكيرٌ ناقدٌ

٧- **استدلالٌ**: هل يرتفعُ معدَّلُ التجويةِ الكيميائيَّةِ، أم يبقى كما هو، عندَما يصبحُ الصخرُ مجوَّى ميكانيكيًّا أكثرَ؟ لماذا؟

القسم ٣

من الصخرِ الأديمِ إلى التربةِ

معظمُ النباتاتِ تحتاجُ إلى تربةٍ لكي تنمو. لكن ما التربةُ تحديدًا؟ من أينَ تأتي؟

مصدرُ التربةِ

التربةُ Soil خليطٌ من فتاتٍ صخريٍّ ومعدنيٍّ، وموادَّ عضويَّةٍ، وماءٍ وهواءٍ يساهمُ في نموِّ النباتاتِ. لكن التربةَ ليسَتْ متماثلةً. ولمّا كانتِ التربةُ مكوَّنةً من فتاتٍ صخريٍّ، فإنَّ نوعَ التربةِ يختلفُ باختلافِ نوعِ الصخورِ التي تعرَّضَتْ للتجويةِ. والتكوينُ الصخريُّ الذي يشكِّلُ مصدرًا للفتاتِ المعدنيِّ، في التربةِ يسمّى **الصخرَ الأمَّ** Parent rock.

الصخرُ الأديمُ Bedrock هو الطبقةُ الصخريَّةُ التي تقعُ تحتَ التربةِ. الصخرُ الأديمُ إذنْ هو الصخرُ الأمُّ، إذا كانتِ التربةُ التي فوقَهُ تكوَّنَتْ منه. والتربةُ التي تبقى فوقَ صخرِها الأمِّ تُسمّى **التربةَ الموضعيّةَ** (المتبقّيةَ). يمكنُ للتربةِ أن تنتقلَ أو تنجرفَ عن صخرِها الأمِّ. هذه التربةُ تسمّى **التربةَ المنقولةَ**، وهي تترسَّبُ في مكانٍ آخرَ فوقَ صخرٍ يُعدُّ صخرًا أديمًا، لا صخرًا أُمًّا. يبيِّنُ **الشكلُ ١** طريقةً من طرقِ نقلِ التربةِ من مكانٍ إلى آخرَ. كما أن الرياحَ وحركةَ الأنهارِ الجليديَّةِ مسؤولتانِ أيضًا عن نقلِ التربةِ.

الشكلُ ١ يمكنُ للتربةِ المنقولةِ أن تُنقلَ إلى مسافاتٍ بعيدةٍ عن صخرِها الأمِّ بوساطةِ أنهارٍ، كهذا النهرِ.



مؤشِّراتُ الأداءِ

- يصفُ مصدرَ التربةِ.
- يوضّحُ كيفَ تؤثِّرُ الخصائصُ المختلفةُ للتربةِ في نموِّ النباتاتِ.

المفرداتُ والمفاهيمُ

التربةُ	تركيبُ التربةِ
الصخرُ الأمُّ	الدُّبالُ
الصخرُ الأديمُ	الغسيلُ
نسيجُ التربةِ	

استراتيجيَّةُ القراءةِ

دليلُ التوقُّعِ: قبل أن تقرأ هذا القسمَ، اكتبْ عنوانَ كلِّ فقرةٍ منه. ثم اكتبْ، تحت كلِّ عنوانٍ، ما تعتقدُ أنك ستتعلَّمُهُ.

التُربةُ: خليطٌ رخوٌ من شظايا صخريَّةٍ وموادَّ عضويَّةٍ، وماءٍ وهواءٍ، يساهمُ في نموِّ النباتاتِ.

الصخرُ الأمُّ: التكوينُ الصخريُّ الذي يُشكِّلُ مصدرَ التربةِ.

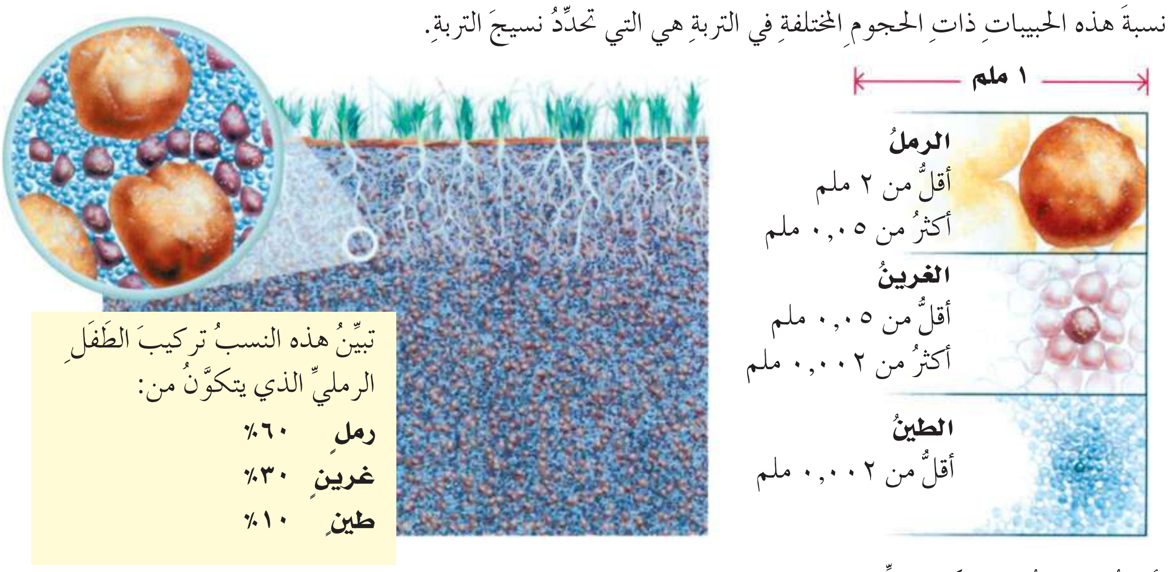
الصخرُ الأديمُ: الطبقةُ الصخريَّةُ التي تقعُ تحتَ التربةِ.

تحقَّقْ

مِمَّ تتكوَّنُ التربةُ؟

الشكلُ ٢ نسيجُ التربةِ

إن نسبةَ هذه الحبيباتِ ذاتِ الحجومِ المختلفةِ في التربةِ هي التي تحدِّدُ نسيجَ التربةِ.



* الأرقامُ والنسبُ في الشكلِ للاطِّلاع.

خصائصُ التربةِ

بعضُ أنواعِ التربةِ مفيدةٌ جدًّا للنباتاتِ الناميةِ. وبعضُها الآخر لا يمكنُهُ أن يدعمَ نموَّ النباتاتِ. فيما يلي بعضٌ من خصائصِ التربةِ كنسيجِها وتركيبِها وخصوبتِها.

نسيجُ التربةِ: نوعيَّةُ التربةِ المبنيَّةُ على نسبِ حجومِ الحُبيباتِ المكوِّنةِ لها.

تركيبُ التربةِ: ترتيبُ حبيباتِ التربةِ.

نسيجُ التربةِ وتركيبُها

تتكوَّنُ التربةُ من حُبيباتٍ مختلفةِ الحجومِ. بعضُها كبيرٌ كحبّاتِ الرملِ وقد يصلُ حجمُهُ إلى ٢ ملم وبعضُها صغيرٌ جدًّا، لا يُرى إلا بالمجهرِ. إن **نسيجَ التربةِ Soil texture** هو نوعيَّةُ التربةِ المبنيَّةُ على نسبِ حجومِ الحُبيباتِ المكوِّنةِ لها. يبيِّنُ **الشكلُ ٢** نسيجَ التربةِ لنوعٍ واحدٍ من أنواعِها.

يؤثِّرُ نسيجُ التربةِ في تماسكِها. فكلَّما احتوَتِ التربةُ على نسبةٍ عاليةٍ من الطينِ زادَ تماسكُها، وأصبحَتْ قاسيةً تصعبُ حراثتُها.

ويؤثِّرُ نسيجُ التربةِ أيضًا في **الترشيحِ**، أو في قدرةِ الماءِ على الانتقالِ عبرَ التربةِ، إذ يجبُ أن تتيحَ التربةُ وصولَ الماءِ إلى جذورِ النباتاتِ من دون التسبُّبِ في إشباعِ التربةِ بشكلٍ كاملٍ.

كما أن حركةَ الماءِ والهواءِ عبرَ التربةِ تتأثَّرُ بتركيبِ التربةِ أيضًا. و**تركيبُ التربةِ Soil structure** يعني ترتيبَ حبيباتِها. لا تنتشرُ حبيباتُ التربةِ دائمًا بانتظامٍ. ففي غالبِ الأحيانِ، يمكنُ لتماسُكِ حبيباتِ التربةِ أن يعرقلَ حركةَ الماءِ، أو يسهِّلَها، بحسبِ نوعِ التربةِ.



الدُّبالُ: المادّةُ العضويّةُ القاتمةُ التي تتكوَّنُ في التربةِ من بقايا نباتيّةٍ وحيوانيَّةٍ متحلِّلة.

الغسيلُ: إزالةُ الموادِّ التي يمكنُ أن تذوبَ من الصخورِ، أو المعادنِ الخام، أوطبقاتِ التربةِ نتيجةَ لمرورِ الماءِ.

خصوبةُ التربةِ

إن وجودَ الموادِّ المعدنيَّةِ في التربةِ، كالحديدِ، ضروريٌّ لنموِّ النباتاتِ. فهي تشكِّلُ موادَّ غذائيَّةً مهمَّةً للنباتِ. هناكَ تربةٌ غنيّةٌ بالموادِّ الغذائيَّةِ. وتربةٌ تفتقرُ إلى الكثيرِ منها، لا تكونُ قادرةً على تزويدِ النباتاتِ بالموادِّ الغذائيَّةِ. إن قدرةَ التربةِ على الاحتفاظِ بالموادِّ الغذائيَّةِ وعلى تزويدِ النباتاتِ بها تعبيرٌ عن خصوبةِ التربةِ. كثيرٌ من الموادِّ الغذائيَّةِ الموجودةِ في التربةِ مصدرُها الصخرُ الأمُّ. أما بقيَّةُ الموادِّ الغذائيَّةِ فتأتي من **الدُّبالِ Humus**، وهو المادَّةُ العضويَّةُ التي تكوَّنتْ في التربةِ من البقايا المتحلِّلةِ للنباتاتِ والحيواناتِ. تتحلَّلُ هذه البقايا إلى موادَّ غذائيَّةٍ بوساطةِ المحلِّلاتِ، كالبكتيريا والفطريّاتِ.

تركيبُ التربةِ

إن الطريقةَ التي تتكوَّنُ بها التربةُ، غالبًا ما تجعلُها تنتهي إلى سلسلةٍ من الطبقاتِ: أعلاها التربةُ الغنيّةُ بالدُّبالِ، والرواسبُ تحتَها، والصخرُ الأديمُ في الأسفل. يبيِّنُ **الشكلُ ٣** كيف تبدو طبقاتُ التربةِ.

غالبًا ما تُسمّى الطبقةُ الأعلى من التربةِ التربةَ السطحيَّةَ. تحتوي التربةُ السطحيَّةُ على دُبالٍ أكثرَ من الطبقاتِ التي تحتَها. والدُّبالُ غنيٌّ بالموادِّ الغذائيَّةِ التي تحتاجُ إليها النباتاتُ، لنموِّها. لهذا السببِ كانتِ التربةُ السطحيَّةُ الجيِّدةُ ضروريَّةً للزراعةِ.

تحقّقْ

ماذا نعني بخصوبةِ التربةِ؟

الشكل ٣ طبقاتُ التربةِ



A: تتكوَّنُ هذه الطبقةُ من التربةِ السطحيَّةِ. تحتوي التربةُ السطحيَّةُ على دُبالٍ أكثرَ من أيِّ طبقةٍ أخرى. غالبًا ما يكونُ للتربةِ في الغاباتِ نسبةٌ عاليةٌ من الدبالِ. تتعرَّضُ هذه الطبقةُ لغسيلٍ كثيفٍ للموادِّ الغذائيَّةِ.

B: تجمعُ هذه الطبقةُ الموادَّ الغذائيَّةَ الذائبةَ المترسِّبةَ من الطبقاتِ العليا.

C: تتألَّفُ هذه الطبقةُ من الصخرِ الأديمِ الذي تعرَّضَ للقليلِ من التجويةِ، أو الذي لم يتعرَّضْ إلى تجويةٍ.

الرقمُ الهيدروجينيُّ

يمكنُ أن تكونَ التربةُ حمضيَّةً أو قاعديَّةً. يُستخدَمُ مقياسُ الرقمِ الهيدروجينيِّ pH لقياسِ درجةِ حمضيَّةِ التربةِ أو قاعديَّتِها؛ وهو مقياسٌ يتراوحُ بينَ الرقم ٠ و ١٤. أما الرقمُ الأوسطُ ٧، فهو متعادلٌ. والتربةُ ذاتُ الرقمِ الهيدروجينيِّ الذي يَقِلُّ عن ٧ تكونُ حمضيَّةً، بينما تكونُ التربةُ ذاتُ الرقمِ الهيدروجينيِّ الذي يزيدُ على ٧ قاعديَّةً.

يؤثِّرُ الرقمُ الهيدروجينيُّ للتربةِ في كيفيَّةِ ذوبانِ الموادِّ الغذائيَّةِ في التربةِ. مثلاً: لا تستطيعُ النباتاتُ امتصاصَ بعضِ الموادِّ الغذائيَّةِ من تربةٍ قاعديَّةٍ، أي تربةٍ لها رقمٌ هيدروجينيٌّ مرتفعٌ. أما التُّربةُ ذاتُ الرقمِ الهيدروجينيِّ المنخفضِ، فيمكنُها أن تحدَّ من وصولِ موادَّ غذائيَّةٍ مهمَّةٍ أخرى إلى النباتاتِ. إنَّ النباتاتِ المختلفةَ تحتاجُ إلى موادَّ غذائيَّةٍ مختلفةٍ، ذلك أن الرقمَ الهيدروجينيَّ المناسبَ لتربةٍ معيَّنةٍ هو مدى توافقِهِ مع النباتاتِ التي تنمو فيها. وغالبًا ما يتراوحُ الرقمُ الهيدروجينيُّ للتربةِ الزراعيَّةِ بين ٦ و ٨.

مُراجعةُ القسم

ملخَّص

- تتكوَّنُ التربةُ من تجويةِ الصخرِ الأديمِ.
- يؤثِّرُ نسيجُ التربةِ في كيفيَّةِ التعاملِ مع التربةِ لأغراضِ الزراعةِ، وفي مدى تيسُّرِ انسيابِ الماءِ عبرَها.
- قدرةُ التربةِ على توفيرِ الموادِّ الغذائيَّةِ اللازمةِ لتمكينِ النباتاتِ من البقاءِ والنموِّ، تسمَّى خصوبةَ التربةِ.
- يؤثِّرُ الرقمُ الهيدروجينيُّ pH للتربةِ في ماهيّةِ الموادِّ الغذائيَّةِ التي تستطيعُ النباتاتُ امتصاصَها من التربةِ.

مراجعةُ المفرداتِ والمفاهيمِ

١. استخدمْ كلاًّ من المصطلحاتِ التاليةِ في جملةٍ مستقلةٍ: **التربة**، **الصخرُ الأمّ**، **الصخرُ الأديم**، **نسيجُ التربة**، **تركيبُ التربة**، **الدُّبال**، **الغسيل**.

استيعابُ الأفكارِ الرئيسةِ

٢. أيٌّ من خصائصِ التربةِ يؤثِّرُ في رطوبةِ التربةِ؟
أ. طبقاتُها.
ب. خصوبتُها.
ج. تركيبُها.
د. رقمُها الهيدروجينيُّ.

٣. أيٌّ من خصائصِ التربةِ يؤثِّرُ في طريقةِ ذوبانِ الموادِّ الغذائيَّةِ فيها؟
أ. نسيجُها.
ب. خصوبتُها.
ج. تركيبُها.
د. رقمُها الهيدروجينيُّ.

٤. متى يكونُ الصخرُ الأمُّ هو الصخرَ الأديمَ نفسَهُ؟

٥. ما الفرقُ بينَ التربةِ المتبقِّيةِ والتربةِ المنقولةِ؟

مهاراتٌ رياضيّاتٌ

٦. إذا كانَ في عيِّنةٍ ترابيَّةٍ ٦٠٪ جسيماتٍ رمليَّةً، وكانت هذه العيِّنةُ مؤلفةً من ٣٠ مليون جُسيمٍ من التراب، فكم يكونُ عددُ الجُسَيماتِ الرمليَّةِ فيها؟

تفكيرٌ ناقدٌ

٧. ما الرقمُ الهيدروجينيُّ الأفضلُ لنوعيَّةِ التربةِ؟ لماذا؟

٨. من خلالِ معرفتِكَ لنسيجِ التربةِ في كوردستان، كيف تقيِّمُ احتفاظَها بالماءِ؟

القسم ٤

حفظُ التربةِ

مؤشّراتُ الأداءِ

- يذكرُ ثلاثَ فوائدَ مهمَّةٍ توفِّرُها التربةُ.
- يعدِّدُ أربعَ طرائقَ لمنعِ فقْدِ التربةِ وتضرُّرِها.

المفرداتُ والمفاهيمُ

حفظُ التربةِ
التعريةُ

استراتيجيَّةُ القراءةِ

منظِّمُ القراءةِ: في أثناءِ قراءَتِكَ لهذا القسم، ضعْ جدولاً تُقارنُ فيه بين الطرائقِ الأربعِ التي تمنعُ فقدَ التربةِ وتضرُّرَها.

هل تتعرَّضُ التربةُ للخطرِ تمامًا كالنباتاتِ والحيواناتِ؟ يستغرقُ تكوُّنُ التربةِ آلافَ السنينَ، لذلكَ لن يكونَ من السهلِ استبدالُها.

فإذا لم نهتمَّ بالتربةِ، فإننا نساهمُ في تدميرِها باستنزافِ العناصرِ الغذائيَّةِ بها. فالتربةُ موردٌ يجبُ المحافظةُ عليهِ. و**حفظُ التربةِ** Soil conservation طريقةٌ للمحافظةِ على خصوبتِها بحمايتِها من التعريةِ ومن فقدِ موادِّها الغذائيَّةِ.

أهمِّيَّةُ التربةِ

توفِّرُ التربةُ المعادنَ وغيرَها من الموادِّ الغذائيَّةِ للنباتاتِ. إذا فقدَتِ التربةُ هذه الموادَّ الغذائيَّةَ، فلن تستطيعَ النباتاتُ النموَّ. تأمَّلِ **الشكلَ ١**. تبدو النباتاتُ في الصورةِ اليُمنى جافَّةً وذابلةً، لأنها لا تحصلُ على كمِّيَّةٍ كافيةٍ من الموادِّ الغذائيَّةِ. هنا توجدُ كمِّيَّةٌ كافيةٌ من التربةِ لتثبيتِ جذورِ هذه النباتاتِ، لكنَّها لا تزوِّدُها بالغذاءِ الذي تحتاجُ إليه. تبدو النباتاتُ في الصورةِ اليُسرى نضرةً، لأن التربةَ التي تعيشُ فيها غنيَّةٌ بالموادِّ الغذائيَّةِ.

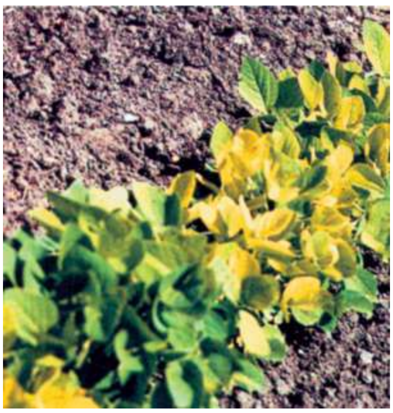
تحصلُ الحيواناتُ كلُّها على طاقتِها من النباتاتِ: إما بأكلِها نباتاتٍ، أو حيواناتٍ آكلةٍ للنباتِ. فإذا لم تستطعِ النباتاتُ الحصولَ على موادِّها الغذائيَّةِ من التربةِ، فإن الحيواناتِ لا تستطيعُ الحصولَ على موادِّها الغذائيَّةِ من النباتاتِ.

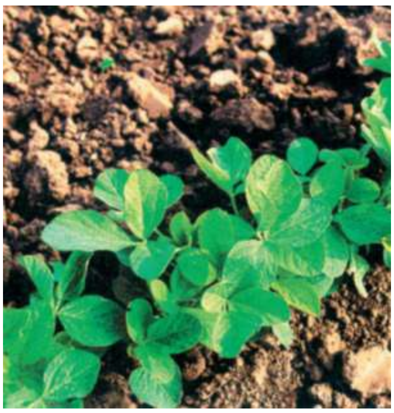
تحقّق
ما أهمّيَّةُ التربةِ؟

حفظُ التربةِ: طريقةٌ للحفاظ على خصوبةِ التربةِ بحمايتِها من التعريةِ ومن فقدِ موادِّها الغذائيَّةِ.

المأوى

توفِّرُ التربةُ مكانًا تعيشُ فيه الحيواناتُ. تُسمّى المنطقةُ التي يعيشُ فيها الحيوانُ أو النباتُ موطنًا. ففي التربةِ مثلاً تعيشُ أنواعُ ديدانِ الأرضِ، والعناكبُ، والنملُ، والخلدُ، وبعضُ القوارضِ. فإذا اختفتِ التربةُ، اختفَتْ معَها مواطنُ هذه الحيواناتِ.





الشكلُ ١ تبيِّنُ هاتانِ الصورتانِ نوعًا واحدًا من المحصولِ، لكنَّ التربةَ التي في الصورةِ اليُمنى فقيرةٌ بالموادِّ الغذائيَّةِ.

خزّانٌ مائيٌّ

التربةُ مهمَّةٌ جدًّا للنباتاتِ، فهي أشبهُ بخزّانٍ مائيٍّ لها. ومن دونِ تربةٍ تحتفظُ بالماءِ، لا تحصلُ النباتاتُ على الرطوبةِ أو الموادِّ الغذائيَّةِ التي تحتاجُ إليها. والتربةُ تمنعُ الماءَ من الانسيابِ والتدفُّقِ إلى أماكنَ أخرى، وقد تحولُ بذلك دونَ التسبُّبِ في الفيضاناتِ.

تضرُّرُ التربةِ وفقدانُها

ماذا يحدثُ إذا فُقِدتِ التربةُ؟ إن فقدانَ التربةِ مشكلةٌ مطروحةٌ على العالمِ كلِّهِ. وتضرُّرُ التربةِ يمكنُ أن يؤدِّيَ إلى فقدانِنا لها. يمكنُ للتربةِ أن تتضرَّرَ من فرطِ استخدامِها بطرقٍ وبتقنيّاتٍ زراعيّةٍ سيِّئةٍ، أو من فرطِ الرعْيِ. والتربةُ التي تتعرَّضُ للاستخدامِ المفرطِ، يمكنُ أن تفقدَ عناصرَها الغذائيَّةَ وبالتالي تفقدُ خصوبتَها. لا يمكنُ للنباتاتِ أن تنموَ في تربةٍ غيرِ خصبةٍ. ومن دونِ نباتاتٍ تحتفظُ بالماءِ وتساعدُ على تحقُّقِ دورةِ الماءِ، يمكنُ أن تصبحَ المنطقةُ صحراءَ. وهذه العمليَّةُ تسمّى التصحُّرَ. التربةُ من دونِ نباتاتٍ ورطوبةٍ قد تنجرفُ أو تتطايرُ هباءً.

تعريةُ التربةِ

عندما تُتركُ التربةُ بلا حمايةٍ، تتعرَّضُ للتعريةِ. **فالتعريةُ** Erosion عمليَّةٌ يتمُّ من خلالِها نحتُ الصخورِ ونقلُ الفتاتِ من مكانٍ إلى آخرَ. يُظهرُ **الشكلُ ٢** واديًا عميقًا تكوَّنَ من تعريةِ التربةِ عندَما قُطعَتِ الأشجارُ لإخلاءِ الأرضِ من أجلِ الزراعةِ. إن جذورَ النباتاتِ والأشجارِ أشبهُ بالأوتادِ للتربةِ. وجذورُ النباتاتِ تحفظُ التربةَ السطحيَّةَ من التعريةِ. والخلاصةُ هي أن النباتاتِ والأشجارَ تحمي التربةَ، كما أن العنايةَ بالغطاءِ النباتيِّ هي أيضًا عنايةٌ بالتربةِ.

وقْفَةٌ معَ الرياضيّاتِ

استبدالُ التربةِ

افترضْ أن تكُوّنَ ٢ سم من التربةِ الجديدةِ يستغرقُ في منطقةٍ معيَّنةٍ ٥٠٠ سنة. وأن التربةَ تتعرّى بمعدَّلِ ١ ملم في السنةِ. هل تتعرّى التربةُ أم تُستبدلُ بسرعةٍ أكبرَ؟ وضِّحْ إجابتَك.

التعرية: عمليّةٌ يتمُّ من خلالِها نحتُ الصخورِ ونقلُ الفُتاتِ من مكانٍ إلى آخرَ.

الشكلُ ٢ تعرَّضَ هذا الوادي العميقُ لتعريةِ التربةِ نتيجةَ قطعِ أشجارِ الغاباتِ بهدفِ زراعةِ الأرضِ.



الشكلُ ٣ تقنيّاتُ حفظِ التربةِ



الحراثةُ الكونتوريَّةُ تساعدُ على منعِ الأمطارِ الغزيرةِ من تعريةِ التربةِ.



زراعةُ المُدرَّجاتِ تمنعُ الأمطارَ الغزيرةَ على التلالِ الشديدةِ الانحدارِ من تعريةِ التربةِ.



الزراعةُ بلا حراثةٍ تمنعُ التعريةَ، بتوفيرِها غطاءً يخفِّضُ من انسيابِ الماءِ السطحيِّ.



فولُ الصويا من **المحاصيلِ الواقيةِ** التي تعيدُ إلى التربةِ مخزونَها من الموادِّ الغذائيَّةِ.

الحراثةُ الكُونتوريَّةُ وزراعةُ المدرَّجاتِ

إذا حرثَ المزارعونَ عموديًّا صفوفًا من الخطوطِ تتَّجهُ صعودًا ونزولاً على سفوحِ التلالِ، فماذا يحدثُ في أثناءِ تساقطِ الأمطارَ الغزيرةِ؟ تؤدّي صفوفُ الخطوطِ دورَ الأوديةِ النهريَّةِ لأنها تُشكِّلُ قنواتٍ تجري فيها مياهُ الأمطارِ في السفوحِ إلى أسفلَ، وهو ما يسبِّبُ تعريةَ التربةِ. لتجنُّبِ تعريةِ التربةِ بهذه الطريقةِ، يستطيعُ المزارعُ أن ينظِّمَ الخطوطَ بصفوفٍ عَرْضيَّةٍ فوقَ منحدراتِ التلالِ. هذه الطريقةُ تُسمّى **الحراثةَ الكونتوريَّةَ**. في الحراثةِ الكونتوريَّةِ، تعملُ صفوفُ الخطوطِ العرضيَّةِ كسدودٍ صغيرةٍ. بينما تعملُ الخطوطُ الطوليَّةُ كأنهارٍ. يُظهرُ **الشكلُ ٣** طريقةَ الحراثةِ الكونتوريَّةِ وثلاثَ طرقٍ أخرى لحفظِ التربةِ. فإذا كانتِ التلالُ شديدةَ الانحدارِ فعلاً، يستطيعُ المزارعونَ تطبيقَ طريقةِ **زراعةِ المدُرَّجاتِ**. فزراعةُ المدرَّجاتِ تحوِّلُ حقلاً منحدرًا واحدًا إلى سلسلةٍ من الحقولِ أصغرَ مساحةً وأكثرَ استواءً. أمّا **الزراعةُ بلا حراثةٍ**، التي تتركُ سيقانَ النباتاتِ القديمةِ في التربةِ، فإنها طريقةٌ توفِّرُ غطاءً يقي التربةَ من خطرِ المطرِ. يخفِّضُ الغطاءُ نسبةَ انسيابِ المياهِ السطحيّةِ، فتُبْطِئُ عمليّةَ تعريةِ التربةِ.

وتعدُّ تجربةُ العراقِ في استزراعِ مساحاتٍ واسعةٍ بالنباتاتِ المحلّيَّةِ، مثلِ النخيلِ، أو النباتاتِ المتوائمةِ مع البيئةِ، تجربةً رائدةً في مجالِ حمايةِ التربةِ من خطرِ التعريةِ والتصحُّرِ.

المحصولُ الواقي والدورةُ الزراعيَّةُ

عند زراعةِ نوعٍ واحدٍ من المحاصيلِ لمواسمَ متتاليةٍ تصبحُ التربةُ فقيرةً بموادَّ غذائيَّةٍ معيَّنةٍ. مثلاً، في الأماكنِ التي تتواصلُ فيها زراعةُ القطنِ كما هي الحالُ في مصرَ وسوريا، يقترحُ الخبراءُ الزراعيّونَ زراعةَ فولِ الصويا والفولِ السودانيِّ بين مواسمِ زراعةِ القطنِ، لأنهما يساعدانِ على إعادةِ تخزينِ موادَّ غذائيَّةٍ مهمَّةٍ في التربةِ. هذه النباتاتُ تسمّى محاصيلَ واقيةً. **المحاصيلُ الواقيةُ** هي المحاصيلُ التي تُزرعُ بين مواسمِ حصادٍ لتعوِّضَ بعضَ الموادِّ الغذائيَّةِ وتمنعَ التعريةَ. فالمحاصيلُ الواقيةُ تمنعُ التعريةَ، لأنها توفِّرُ للتربةِ الغطاءَ الواقيَ من الرياحِ والأمطارِ.

الطريقةُ الأخرى لإبطاءِ عمليَّةِ استنفادِ الموادِّ الغذائيَّةِ تكونُ **بالدورةِ الزراعيَّةِ**. إن زرعَ المحصولِ ذاتِهِ سنةً بعد سنةٍ، في الحقلِ نفسِهِ، يؤدِّي إلى استنفادِ بعضِ الموادِّ الغذائيَّةِ. للحدِّ من استنفادِ الموادِّ الغذائيَّةِ يستطيعُ المزارعُ أن يزرعَ محاصيلَ متنوِّعةً. فتنوُّعُ المحاصيلِ يستهلكُ من التربةِ موادَّ غذائيَّةً أقلَّ أو موادَّ غذائيَّةً متنوِّعةً.

تحقَّقْ

ماذا يمكنُ لفولِ الصويا والفولِ السودانيِّ أن يفعلا للتربةِ الفقيرةِ بالموادِّ الغذائيَّةِ؟

مُراجعةُ القسمِ

ملخَّص

- التربةُ مهمَّةٌ لنموِّ النباتاتِ وعيشِ الحيواناتِ، وللماءِ كي يخزَّنَ فيها.
- يمكنُ منعُ تعريةِ التربةِ والإضرارِ بها عن طريقِ الزراعةِ بلا حراثةٍ، والحراثةِ الكونتوريَّةِ، وزراعةِ المُدرَّجاتِ واستخدامِ المحصولِ الواقي، وعن طريقِ الدورةِ الزراعيَّةِ.

مراجعةُ المفرداتِ والمفاهيمِ

١. اكتبْ بأسلوبك تعريفًا لكلٍّ من المصطلحَيْنِ:

حفظُ التربةِ، والتعريةُ.

استيعابُ الأفكارِ الرئيسةِ

٢. ما الفوائدُ المهمَّةُ الثلاثُ التي توفِّرُها التربةُ؟

٣. أيٌّ من تقنيّاتِ حفظِ التربةِ التاليةِ يؤدّي تطبيقُها إلى تعويضِ الموادِّ الغذائيَّةِ في التربةِ؟

أ. استخدامُ المحصولِ الواقي.

ب. الزراعةُ بلا حراثةٍ.

ج. زراعةُ المُدرَّجاتِ.

د. الحراثةُ الكونتوريَّةُ.

٤. كيف تعزِّزُ الدورةُ الزراعيَّةُ مناعةَ التربةِ؟

٥. عدِّدْ خمسَ طرائقَ لحفظِ التربةِ، وصِفْ كيف تحولُ كلُّ طريقةٍ دونَ فقدانِ التربةِ.

مهاراتُ رياضيّاتٍ

٦. افترضْ أن تكوُّنَ ٢ سم من التربةِ الجديدةِ يستغرقُ ٥٠٠ سنةً من دون حدوثِ تعريةٍ. فإذا احتاجَ المزارعُ إلى ٣٥ سم من التربةِ على الأقلِّ لزراعةِ محصولٍ معيَّنٍ، فكم سنةً عليهِ أن ينتظرَ حتى يتمكَّنَ من زراعةِ محصولِهِ؟

تفكيرٌ ناقدٌ

٧. **تطبيقُ المفاهيمِ**: لماذا تعتمدُ الحيواناتُ الأرضيَّةُ، بما فيها آكلةُ اللحومِ، على التربةِ من أجلِ البقاءِ؟

مُراجَعَةُ الْفَصلِ

مراجعةُ المُفرداتِ والمفاهيمِ

١. اكتبْ بأسلوبِكَ تعريفًا لكلٍّ من المصطلحَيْنِ: **البري** و**نسيجِ التربةِ**.

٢. استخدمْ كلاًّ من المصطلحَيْنِ التاليَيْنِ في جملةٍ مستقلَّةٍ: **حفظِ التربةِ والتعريةِ**.

فيمَ يختلفُ المعنى بين مفردَتيْ كلِّ زوجٍ؟

٣. التجويةِ الميكانيكيَّةِ والتجويةِ الكيميائيَّةِ.

٤. التربةِ والصخرِ الأمِّ.

استيعابُ الأفكارِ الرئيسةِ

اختيارٌ من مُتعدِّدٍ

٥. أيُّ العمليّاتِ التاليةِ تحدثُ بفعلِ الماءِ؟
أ. التجويةُ الميكانيكيَّةُ.
ب. التجويةُ الكيميائيَّةُ.
ج. البَريُ.
د. كلُّ ما ذُكرَ.

٦. أيٌّ من الخصائصِ التاليةِ يؤثِّرُ فيها نسيجُ التربةِ؟
أ. الرقمُ الهيدروجينيُّ للتربةِ.
ب. درجةُ حرارةِ التربةِ.
ج. تماسُكُ التربةِ.
د. لا شيءَ مما ذُكِرَ.

٧. أيُّ الخصائصِ التاليةِ تصفُ قدرةَ التربةِ على تأمينِ الموادِّ الغذائيَّةِ؟
أ. تركيبُ التربةِ.
ب. الترشيحُ.
ج. خصوبةُ التربةِ.
د. التماسُكُ.

٨. التربةُ مهمَّةٌ لأنها توفِّرُ:
أ. المأوى للحيواناتِ.
ب. الموادَّ الغذائيَّةَ للنباتاتِ.
ج. مخزنًا للمياهِ.
د. كلَّ ما ذُكِرَ.

٩. أيُّ تقنيةٍ لحفظِ التربةِ تمنعُ التعريةَ؟
أ. الحراثةُ الكونتوريّةُ.
ب. زراعةُ المُدرَّجاتِ.
ج. الزراعةُ بلا حراثةٍ.
د. كلُّ ما ذُكِرَ.

إجابةٌ قصيرةٌ

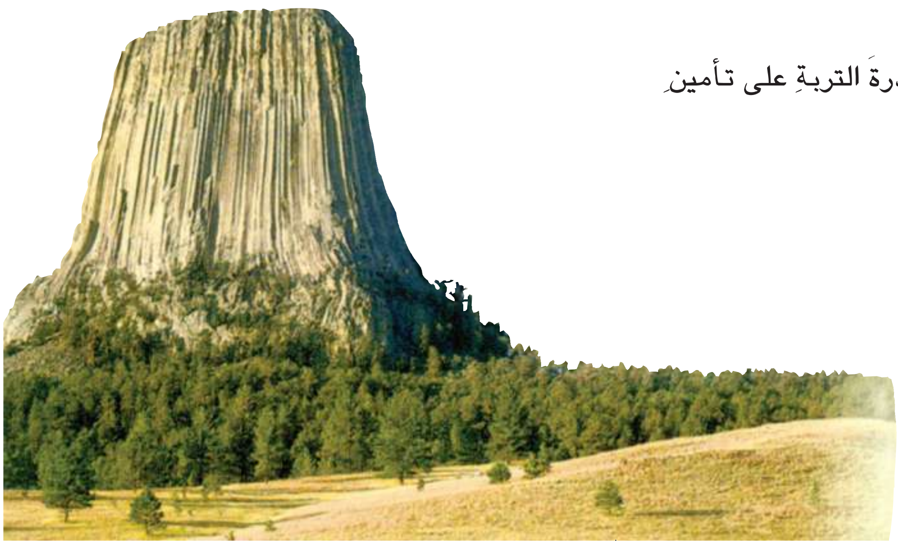
١٠. صفِ النوعَيْنِ الرئيسَيْنِ للتجويةِ.

١١. ما الذي يجعلُ صخرةَ البرجِ الصخريِّ، أدناهُ، أعلى من المنطقةِ المحيطةِ بها؟

١٢. ماذا يحدثُ لتربةٍ لا تُطبَّقُ فيها طُرُقُ حفظِ التربةِ؟

١٣. صِفْ عمليَّةَ التصحُّرِ.

١٤. كيف تساعدُ المحاصيلُ الواقيةُ على منعِ تعريةِ التربةِ؟



تفكيرٌ ناقدٌ

١٥. خريطةُ المفاهيم: استخدمِ المصطلحاتِ التاليةَ لبناءِ خريطةِ مفاهيمَ: **التجوية، التجوية الكيميائيَّة، التجوية الميكانيكيَّة، البرْي (النحت)، تجمدُ الماءِ، الأكسدة، التربة.**

١٦. تحليلُ العمليّاتِ: علِّلْ: تسرِّعُ درجةُ الحرارةِ المرتفعةُ عادةً التفاعلاتِ الكيميائيَّةَ. لكنَّ التجويةَ، بما فيها التجويةُ الكيميائيَّةُ، تكونُ عادةً في أبطأ معدَّلاتِها في المناخاتِ الحارَّةِ والجافَّةِ.

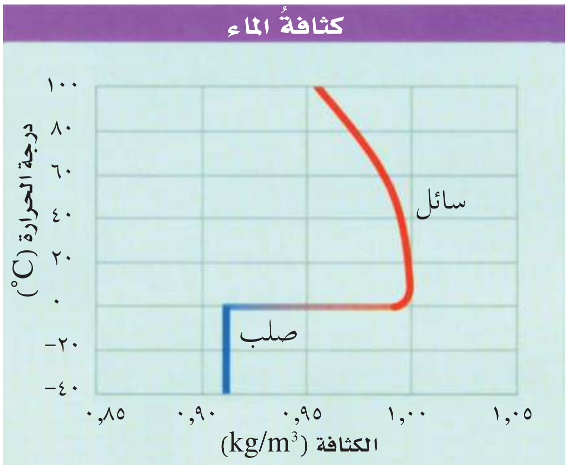
١٧. استدلالٌ: تزيدُ التجويةُ الميكانيكيَّةُ، كتجمُّدِ الماءِ، المساحةَ السطحيَّةَ عبرَ تكسيرِ الصخورِ الكبيرةِ إلى صخورٍ أصغرَ. استخلصْ استنتاجاتِكَ حولَ الطريقةِ التي تؤثِّرُ بها التجويةُ الميكانيكيَّةُ في معدَّلِ التجويةِ الكيميائيَّةِ.

١٨. تطبيقُ المفاهيمِ: إذا كانَ عليكَ زراعةُ محصولٍ معيَّنٍ في سفحِ تلٍّ شديدِ الانحدارِ، فأيَّ تقنيّاتٍ لحفظِ التربةِ تستخدمُ لمنعِ التعريةِ؟



تفسيرُ الأشكالِ التخطيطيَّةِ

يبيِّنُ الرسمُ البيانيُّ أدناهُ كيفَ تتغيَّرُ كثافةُ الماءِ عندمَا تتغيَّرُ درجةُ الحرارةِ. كلَّما كانتِ المادَّةُ أكثرَ كثافةً كانَ الحجمُ الذي تشغلُهُ أقلَّ. بكلماتٍ أخرى، تتقلَّصُ معظمُ الموادِّ وتصبحُ أكثرَ كثافةً عندمَا تصبحُ أكثرَ برودةً. إلا أن الماءَ يختلفُ في ذلك عن معظمِ الموادِّ. فالماءُ عندمَا يتجمَّدُ يتمدَّدُ، ويصبحُ أقلَّ كثافةً. استخدمْ هذا الرسمَ البيانيَّ للإجابةِ عن الأسئلةِ التي تليه.



١٩. أيُّهما أكبرُ كثافةً: الماءُ على 40°C أم الماءُ على -20°C؟

٢٠. كيفَ كانَ سيبدو المنحنى في الرسمِ البيانيِّ لو أن الماءَ تصرَّفَ كمعظمِ السوائلِ الأخرى؟

٢١. أيُّ مادَّةٍ ستكونُ العاملَ الأكثرَ تأثيرًا في التجويةِ الميكانيكيّةِ: الماءُ أم سائلٌ آخرُ؟ لماذا؟

الفصل ٧

عواملُ التعريةِ والترسيبِ

الفكرةُ الرئيسةُ

يُعادُ تشكُّلُ سطحِ الأرضِ بوساطةِ تعريةِ الصخورِ والتربةِ، وبانتقالِ الرواسبِ وترسُّبها.

القسمُ

حولَ الصورةِ

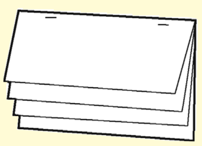
يمكنُ لنتائجِ التعريةِ أن تكونَ مفاجئةً، وتسترعي الانتباهَ في كثيرٍ من الأحيانِ. هذه الحفرةُ الكبيرةُ مثلاً، كوَّنَتْها المياهُ الجاريةُ في باطنِ الأرضِ، بانهيارِ سطحِ هذا المكانِ.



نشاطٌ تمهيديٌّ

ملف الملاحظات

كتابٌ من طبقاتٍ قبلَ البدءِ بقراءةِ هذا الفصلِ، قمْ بإعدادِ **كتابٍ من طبقاتٍ**، كما هو موصوفٌ في قسمِ **مهاراتُ الدراسةِ** الواردِ في ملحقِ الكتابِ. عنْوِنْ صفحاتِ كتابِ الطبقاتِ هذا بالعناوينِ التاليةِ: «النهرُ النشطُ» «تعريةُ خطِّ الساحلِ وترسيبُه»، «التعريةُ والترسيبُ بالرياحِ»، «تأثيرُ الجاذبيَّةِ على التعريةِ والترسيبِ». وفي أثناءِ قراءتِكَ للفصلِ، دوِّنِ المعلوماتِ التي تتعلَّمُها عن كلِّ موضوعٍ تحتَ العنوانِ الملائمِ.





نشاطٌ استهلاليٌّ

تكوينُ أمواجٍ

تؤدّي المياهُ، فوقَ سطحِ الأرضِ وتحتَهُ، دورًا مهمًّا في تعريةِ وترسُّبِ الصخورِ والتربةِ. وخطُّ الساحلِ مثالٌ جيِّدٌ على الطرقِ التي تكوِّنُ بها المياهُ سطحَ الأرضِ من خلالِ التعريةِ والترسيبِ. هل تعلمُ أن خطوطَ السواحلِ تتكوَّنُ بفعلِ الأمواجِ المتكسِّرةِ؟ اصنعْ نموذجًا لخطِّ الساحلِ لترى بنفسِك.

الخطواتُ

١. ابنِ خطَّ ساحلٍ بوضعِ كميَّةٍ من **الرملِ** في أحدِ طرفَيْ **حوضٍ للغسيلِ**. املأ الحوضَ **بالماءِ** حتى عمقِ 5 cm . ارسمِ المظهرَ الجانبيَّ لخطِّ الساحلِ، وعنونْهُ بالحرفِ «أ».

٢. ضعْ **قالبًا** خشبيًّا في طرفِ الحوضِ المقابلِ للشاطئ.

٣. حرِّكِ القالبَ إلى أعلى وأسفلَ ببطءٍ لتكوينِ أمواجٍ صغيرةٍ على مدى دقيقتَيْنِ. ارسُمِ المظهرَ الجانبيَّ لخطِّ الساحلِ الجديدِ، وعنونْهُ بالحرفِ «ب».

٤. حرِّكِ الآنَ القالبَ إلى أعلى وأسفلَ بسرعةٍ أكبرَ، لتكوينِ أمواجٍ كبيرةٍ على مدى دقيقتينِ. ارسمِ المظهرَ الجانبيَّ لخطِّ الساحلِ الجديدِ، وعنونْهُ بالحرفِ «ج».

التحليلُ

١. قارنِ المظاهرَ الجانبيَّةَ الثلاثةَ لخطوطِ الساحلِ. ماذا يحدُثُ لخطِّ الساحلِ؟

٢. فيمَ يختلفُ فعلُ الموجاتِ الصغيرةِ عن فعلِ الموجاتِ الكبيرةِ في تعريتِهما لخطِّ الساحلِ؟

القسمُ
١

النهرُ النشطُ

النهرُ الظاهرُ في **الشكل ١**، نحتَ مجراهُ بإزالتِهِ ملياراتِ الأطنانِ من الترابِ والصخورِ من قاعِ هذا المجرى. لقد صنعَ هذا النهرُ الأخدودَ العظيمَ عبرَ عمليَّةٍ استغرقَتْ ملايينَ السنينَ.

الأنهارُ: عواملُ التعريةِ

منذُ ملايينِ السنينَ، كانَتِ المنطقةُ التي يجري فيها هذا النهرُ اليومَ مسطَّحَةً على مَيل بسيطٍ جدًّا. اخترقَ النهرُ الصخورَ وكوَّنَ الواديَ على مدى ملايينِ السنينَ، بوساطةِ عمليَّةِ التعريةِ. لا تشكِّلُ الأنهارُ وحدَها عواملَ التعريةِ. فالرياحُ، والأمطارُ، والجليدُ، والثلوجُ كلُّها تتسبَّبُ في التعريةِ.

ستتعلَّمُ في هذا القسمِ تطوُّرَ المجاري المائيَّةِ والأنظمةِ النهريَّةِ، والعواملَ التي تؤثِّرُ في معدَّلِ التعريةِ النهريَّةِ.

مؤشِّراتُ الأداءِ

- يصفُ كيفَ يكوِّنُ الماءُ المتحرِّكُ سطحَ الأرضِ عبرَ عمليَّةِ التعريةِ.
- يوضِّحُ كيفَ ينتقلُ الماءُ عبرَ دورةِ الماءِ.
- يصفُ مستجمعَ الأمطارِ.
- يحدِّدُ أربعَ مراحلَ لتطوُّرِ الأنهارِ.

المفرداتُ والمفاهيمُ

التعريةُ	مستجمعُ الأمطارِ
دورةُ الماءِ	الحدُّ الفاصلُ
الرافدُ	

استراتيجيَّةُ القراءةِ

منظِّمُ القراءةِ: خلالَ قراءتِكَ لهذا القسمِ، ضعْ مخطَّطًا لمفاهيمِهِ الأساسيَّةِ، مستخدمًا عناوينَه.

الشكلُ ١ يوضحُ الشكلُ واديًا تكوَّنَ عبرَ ملايينِ السنينَ، بفعلِ التعريةِ التي أحدثَتْها المياهُ الجاريةُ في الطبقاتِ الصخريَّةِ.



تحقَّقْ

صِفِ العمليَّةَ التي كوَّنتِ الواديَ.

دورةُ الماءِ

هل تساءلْتَ يومًا كيف تواصلُ الأنهارُ جريانَها؟ من أين تأتي الأنهارُ بمياهِها؟ إن التعلُّمَ عن دورةِ الماءِ، المبيَّنةِ في **الشكل ٢**، يساعدُك في الإجابةِ عن هذَيْن السؤالَيْن. **دورةُ الماءِ** Water cycle هي الحركةُ المستمرَّةُ لمياهِ الأرض من المحيطاتِ إلى الغلافِ الجوِّيِّ إلى اليابسةِ، رجوعًا إلى المحيطِ. دورةُ الماءِ تدفعُها الطاقةُ الشمسيَّةُ.

دورةُ الماءِ: الحركةُ المتواصلةُ للمياهِ من المحيطِ إلى الغلافِ الجوّيِّ إلى اليابسةِ، رجوعًا إلى المحيطِ.

الشكلُ ٢ دورةُ الماءِ



نشاط منزلي

العَوْمُ مع تيّارِ النهرِ

ادرسْ في البيتِ معَ أحدِ والديكَ خريطةً للوطنِ العربيِّ. جِدْ فيها نهرَ النيلِ. تخيَّلْ أنّكَ تخطِّطُ لرحلةٍ في نهرِ النيلِ على قاربٍ مطّاطيٍّ. خطِّطْ على الخريطةِ الطريقَ الذي ستسلُكُهُ في رحلتِكَ من بحيرةِ فيكتوريا إلى مصبِّ نهرِ النيلِ في الدلتا. إذا كنْتَ تُبحرُ في قاربِك المطّاطيِّ مع تيّارِ نهرِ النيلِ، فأيُّ روافدَ رئيسةٍ تمرُّ بها؟ ما المدنُ التي تمرُّ بها؟ حدِّدْها على الخريطةِ بعلاماتٍ. كم كيلومترًا تقطعُ في هذه الرحلةِ؟

الأنظمةُ النهريَّةُ

لاحظْ قطراتِ الماءِ المنفردةَ وهي تتَّحدُ لتصبحَ جداولَ صغيرةً عندَ استخدامِك المرشاشَ. هذه الجداولُ تتَّحدُ مع جداولَ أخرى صغيرةٍ وتكوِّنُ جداولَ أكبرَ. ومنها نستنتجُ أنَّ النظامَ النهريَّ هو شبكةٌ من الجداولِ والأنهارِ التي تصرِّفُ مياهَ الانسيابِ السطحيِّ لمنطقةٍ معيَّنةٍ. المجرى المائيُّ الذي يصبُّ في بحيرةٍ أو في مجرًى مائيٍّ أكبرَ يسمّى **رافدًا** Tributary.

مستجمعاتُ الأمطارِ

تقسمُ الأنظمةُ النهريَّةُ إلى مناطقَ تسمّى مستجمعاتِ الأمطارِ. و**مستجمعُ الأمطارِ** Watershed، أو حوضُ الصرفِ، منطقةٌ من اليابسةِ تُصرَّفُ مياهُها بوساطةِ نظامٍ مائيٍّ. إن مستجمعَ الأمطارِ الأكبرَ في الوطنِ العربيِّ هو مستجمعُ نهرِ النيلِ. لمستجمعِ نهرِ النيلِ مئاتُ الروافدِ وخصوصًا في الهضبةِ الأثيوبيَّةِ.

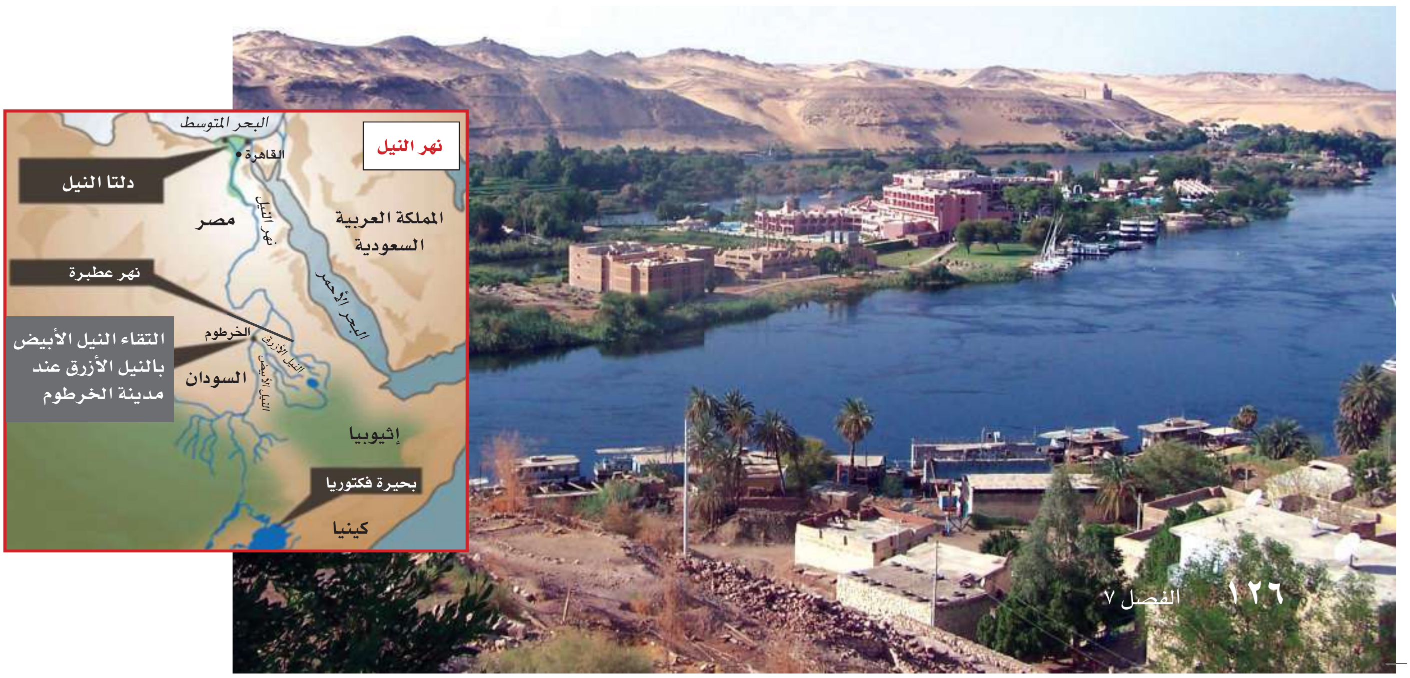
تبيِّنُ الخريطةُ المبيَّنةُ في **الشكلِ ٣** أنّ مستجمعَ أمطارِ نهرِ النيلِ يغطّي مناطقَ شاسعةً من أثيوبيا والسودانِ ومصرَ. على أن الروافدَ لا تظهرُ بوضوحٍ في الجزءِ الشماليِّ من المستجمعِ بالنظرِ إلى قلَّةِ الأمطارِ فيها، حيثُ تنعدمُ المجاري السطحيَّةُ. إلى الغربِ من جنوبِ مستجمعِ أمطارِ نهرِ النيلِ، تقعُ أنظمةٌ نهريَّةٌ أخرى تفصلُها عنه منطقةٌ مرتفعةٌ تسمّى **الحدَّ الفاصلَ** Divide.

الرافدُ: مجرًى مائيٌّ يصبُّ في بحيرةٍ أو مجرًى مائيٍّ أكبرَ.

مستجمعُ الأمطارِ: منطقةٌ من اليابسةِ تُصرَّفُ فيها مياهُ الانسيابِ السطحيِّ بوساطةِ نظامٍ مائيٍّ معيَّنٍ.

الحدُّ الفاصلُ: الحدودُ التي تفصلُ بين مناطقِ تصريفٍ تتدفَّقُ فيها أنهارٌ في اتجاهاتٍ متعاكسةٍ.

الشكلُ ٣ تبيِّنُ الصورةُ والخريطةُ مستجمعَ أمطارِ نهرِ النيلِ برافدَيْهِ الأساسيَّيْنِ، النيلِ الأبيضِ، والنيلِ الأزرقِ، في اتِّجاهِ البحرِ المتوسِّطِ.

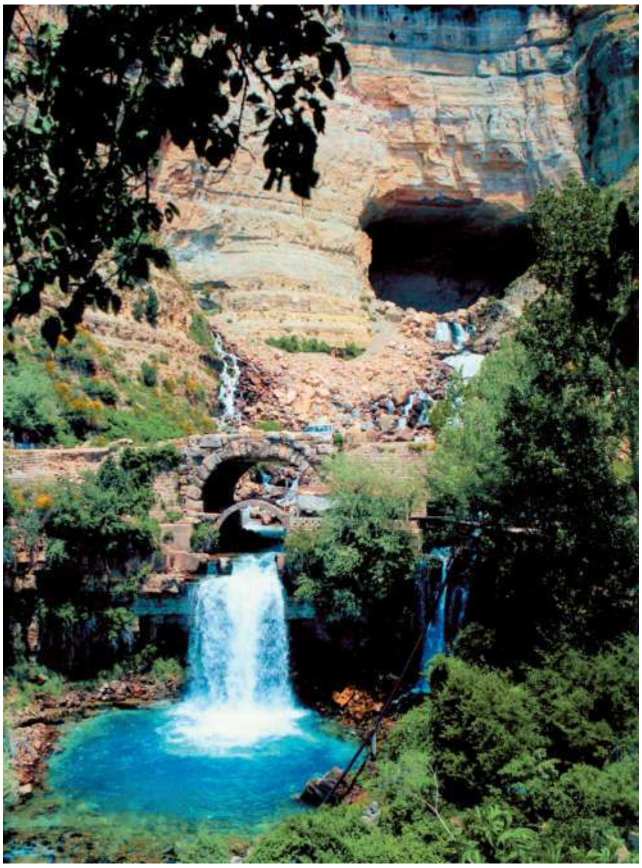


مراحلُ تطوُّرِ النهرِ

سـادَ في السـابـقِ اعـتـقـادٌ بـأن جميـعَ الأنـهـارِ تُعرَّى بـالطريقةِ ذاتِها وبالمعدَّلِ ذاتِه. لكنَّ العلماءَ في أيّامِنا يؤيِّدون نموذجًا مختلفًا يستندُ إلى عواملَ لتطوُّرِ النهرِ، حيثُ يمكنُ لنهرٍ من الأنهارِ أن يتطوَّرَ بسرعةٍ أكبرَ من نـهرٍ آخرَ. يتـأثَّرُ تطوُّرُ الأنـهـارِ بـعواملَ كثيرةٍ، منـها المنـاخُ، ومـعـدَّلُ الانـحـدارِ، والـرواسبُ الـتي تحملُـها. وتُقسمُ مراحلُ تطوُّرِ الأنهارِ إلى:

الأنهارِ الفتيَّةِ (الشّابَّةِ)

النهرُ الفتيُّ، كهذا النهرِ المبيَّنِ في **الشكل ٤**، يعرِّي مجراهُ بـجعلِه أعمقَ بدلاً من توسيعِه. يتدفَّقُ النهرُ بسرعـةٍ بسببِ معدَّلِ انحدارِهِ الشديدِ، فيكوِّنُ مجرًى ضيِّقًا ومستقيمًا مع عددٍ كبيرٍ من الشلالاتِ والجنادلِ. وللأنهارِ الفتيَّةِ روافدُ قليلةٌ جدًّا.



الشكلُ ٤ يقعُ هذا النهرُ الفتيُّ في جبالِ لبنانَ. توجدُ الجنادلُ والشلّالاتُ حيث يتدفَّقُ النهرُ فوقَ صخورٍ صلبةٍ ومقاومةٍ.

الأنهارِ الناضجةِ

النهرُ الناضجُ كهذا الظاهرِ في **الشكل ٥**، يُعرِّي مجراهُ، فـيجـعلُـهُ أوسعَ بدلَ أن يعمِّقَه. معدَّلُ انحدارِ النهرِ الناضجِ أقلُّ حدَّةً من معدَّلِ انحدارِ النهرِ الفتيِّ. يتغذّى النهرُ الناضجُ من روافدَ كثيرةٍ. وبما أنّ النهرَ الناضجَ ذو تصريفٍ جيِّدٍ، فإنه يصرِّفُ أكثرَ من النهرِ الفتيِّ.

تحقَّقْ

ما مميِّزاتُ النهرِ الناضجِ؟



الشكلُ ٥ النهرُ الناضجُ يجري متعرِّجًا، كهذا النهرِ الجاري في حوضِ الأمازون، بالبيرو. وهذه الانعطافاتُ الملحوظةُ في مجاري الأنهارِ تُسمّى التعرُّجاتِ.



الشكلُ ٦ هذا النهرُ الهرمُ يقعُ في نيوزيلندا.

الأنهارِ الهرمةِ

يتَّصفُ النهرُ الهرمُ بأنَّ معدَّلَ انحدارِهِ منخفضٌ وقدرتَهُ على التعريةِ ضعيفةٌ. فالنهرُ الهرمُ بدلاً من أن يوسِّعَ ضفافَهُ ويعمِّقَها، يرسِّبُ في مجراهُ الأتربةَ والحجارةَ. تتميَّزُ الأنهارُ الهرمةُ، كالنهرِ المبيِّنِ في **الشكلِ ٦**، **بسهولٍ فيضيَّةٍ** منبسطةٍ واسعةٍ، وتعرُّجاتٍ كثيرةٍ. وللنهرِ الهرمِ روافدُ أقلُّ من النهرِ الناضجِ، لأن الروافدَ الأصغرَ تكونُ قد اتَّحدَتْ معًا.

الأنهارِ المتجدِّدةِ

تكونُ الأنهارُ المتجدِّدةُ حيث الأرضُ مرفوعةٌ بالنشاطِ التكتونيِّ (الحركاتِ الأرضيَّةِ). عندما ترتفعُ الأرضُ، يصبحُ معدَّلُ انحدارِ النهرِ أعلى، ويجري النهرُ بسرعةٍ أكبرَ. فالارتفاعُ في معدَّلِ انحدارِ النهرِ المتجدِّدِ يسمحُ للنهرِ بأن يشقَّ قاعَ الوادي بعمقٍ أكبرَ. في غالبِ الأحيانِ، تتشكَّلُ على جانبيْ وادي النهرِ، كنتيجةٍ لتجدُّدِ النهرِ، تكويناتٌ تشبهُ المدرَّجاتِ، تسمّى **المصاطبَ**. هل تستطيعُ أن تجدَ المصاطبَ في **الشكلِ ٧**.

تحقَّقْ

كيف تتكوَّنُ الأنهارُ المتجدّدةُ؟



الشكلُ ٧ يوضِّحُ المصاطبَ في الأنهارِ المتجدِّدةِ.

مُراجعةُ القسمِ

ملخّص

- دورةُ الماءِ هي حركةُ مياهِ الأرضِ من المحيطِ إلى الغلافِ الجويِّ إلى اليابسةِ رجوعًا إلى المحيطِ.
- يتكوَّنُ النظامُ النهريُّ من شبكةٍ من الجداولِ والأنهارِ.
- مستجمعُ الأمطارِ هو المنطقةُ التي تجمعُ مياهَ الانسيابِ السطحيِّ التي تصبحُ بتجمُّعِها بحيرةً أو جزءًا من نهرٍ.
- يمكنُ وصفُ النهرِ المتطوِّرِ بصفةِ فتيٍّ، أو ناضجٍ، أو هرمٍ، أو متجدِّدٍ.
- للنهرِ ذي الانحدارِ الشديدِ طاقةٌ أكبرُ على تعريةِ الصخورِ.

مراجعةُ المفرداتِ والمفاهيمِ

١. وضِّح المقصودَ بكلٍّ من المفاهيمِ التاليةِ: **التعريةُ، دورةُ الماءِ، الرافدُ، مستجمعُ الأمطارِ، الحدُّ الفاصلُ.**

استيعابُ الأفكارِ الرئيسةِ

٢. أيٌّ من التالي يصرِّفُ مستجمعَ الأمطارِ؟
أ. الحدُّ الفاصلُ.
ج. حوضُ التصريفِ.
ب. الرافدُ.
د. النظامُ المائيُّ.

٣. صفْ كيف تتكوَّنُ الأوديةُ النهريَّةُ.

٤. ضعْ رسمًا لدورةِ الماءِ. سَمِّ في رسمِكَ التكاثفَ، والهطولَ، والتبخُّرَ.

٥. أيُّ مرحلةٍ من مراحلِ تطوُّرِ النهرِ تتميَّزُ بسهلٍ فيضيٍّ منبسطٍ؟

تفكيرٌ ناقدٌ

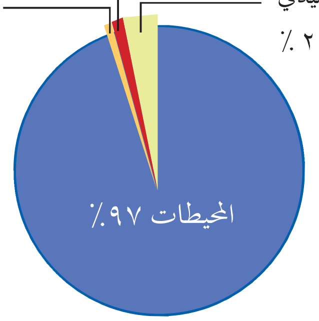
٦. **استدلالٌ**: كيفَ تساعدُ دورةُ الماءِ على تطوُّرِ الأنظمةِ النهريَّةِ؟

٧. **مقارنةٌ**: فيمَ تختلفُ الأنهارُ الفتيَّةُ والأنهارُ الناضجةُ والأنهارُ الهرمةُ بعضُها عن بعضٍ؟

تفسيرُ الأشكالِ التخطيطيَّةِ

استخدمِ الرسمَ البيانيَّ الدائريَّ التالي لتجيبَ عن السؤالَيْنِ اللاحقَيْنِ.

توزيعُ المياهِ في العالمِ



٨. أين يقعُ معظمُ الماءِ في العالمِ؟

٩. بأيِّ شكلٍ تتوافرُ معظمُ المياهِ العذبةِ؟

القسمُ
٢

تعريةُ خطِّ الساحلِ وترسيبُهُ

مؤشّراتُ الأداءِ

- يوضحُ تأثيرَ طاقةِ الأمواجِ في خطِّ الساحلِ.
- يحدِّدُ ستّةَ معالمَ لخطِّ الساحلِ تسبِّبُها تعريةُ الأمواجِ.
- يفسِّرُ كيفَ تكوّنُ ترسُّباتُ الأمواجِ الشواطئَ.
- يصفُ كيفَ تتحرَّكُ الرمالُ على امتدادِ الشاطئِ.

المفرداتُ والمفاهيمِ

خطُّ الساحلِ
الشاطئُ

استراتيجيَّةُ القراءةِ

منظِّمُ القراءةِ: في أثناءِ قراءتِكَ لهذا القسمِ، ضعْ مخطَّطًا لمفاهيمِهِ الرئيسةِ مستخدمًا عناوينَهُ.

فكِّرْ في آخرِ مرَّةٍ كنتَ فيها على الشاطئِ. من أينَ أتَتْ كلُّ هذهِ الرمالِ؟

هناكَ عنصرانِ أساسيَّانِ ضروريَّانِ لتكوُّنِ الرمالِ: الصخورُ والطاقةُ. الصخورُ متوافرةٌ عادةً على الشاطئِ. أما الطاقةُ فتوفِّرُها الأمواجُ التي تنتقلُ عبرَ الماءِ. عندما ترتطمُ الأمواجُ بالصخورِ لفتراتٍ زمنيَّةٍ طويلةٍ، تتكسَّرُ الصخورُ إلى قطعٍ أصغرَ فأصغرَ، حتى تصبحَ رمالاً.

يتكوَّنُ خطُّ الساحلِ بفعلِ التعريةِ والترسُّبِ بالأمواجِ. و**خطُّ الساحلِ** **Shoreline** هو المكانُ الذي تلتقي فيه اليابسةُ بمسطَّحٍ مائيٍّ. تؤدّي الأمواجُ عادةً دورًا رئيسًا في تجزيءِ خطِّ الساحلِ وتكوينِه.

خطُّ الساحلِ: الحدُّ بينَ اليابسةِ والمسطَّحِ المائيِّ.

طاقةُ الموجِ

حين تتحرَّكُ الرياحُ عبرَ سطحِ المحيطِ، تنتجُ تموُّجاتٌ تُسمّى أمواجًا. يعتمدُ حجمُ الموجةِ على قوّةِ هبوبِ الرياحِ وطولِ مُدَّةِ هبوبِها. فكلما كانَ هبوبُ الرياحِ أقوى وأطولَ كانتِ الموجةُ أكبرَ.

تُنتِجُ الرياحُ الناشئةُ من الأعاصيرِ المداريَّةِ الصيفيَّةِ والعواصفِ الشتويَّةِ القاسيةِ أمواجًا كبيرةً تتسبَّبُ في تعريةٍ بالغةٍ لخطِّ الساحلِ. قد تنتقلُ الأمواجُ، نتيجةَ هبوبِ عاصفةٍ، مئاتِ بل آلافِ الكيلومتراتِ من منطقةِ العاصفةِ إلى خطِّ الساحلِ. بعضُ الأمواجِ الكبرى التي تصلُ إلى الساحلِ الجنوبيِّ لشبهِ الجزيرةِ العربيَّةِ مثلاً، تنتجُ عن عواصفَ تهبُّ من أستراليا البعيدةِ. ومن ناحيةٍ أخرى، يمكنُ لراكبِ الموجِ هذا الموجودِ في أميركا الشماليَّةِ، والظاهرِ في **الشكل ١**، ركوبَ موجةٍ تكوَّنتْ على الجانبِ الآخرِ من المحيطِ الهادئِ.



الشكلُ ١ هذه الأمواجُ التي تدفعُ براكبِ الموجِ نحوَ الشاطئِ تنتجُ عن عواصفَ تهبُّ من الجانبِ الآخرِ للمحيطِ الهادئِ.

السلاسلُ الموجيَّةُ

عنـدَما تُـسقطُ حـجرًا فـي بـركـةٍ يـحـدثُ الكثيرُ من التموُّجـات. والأمواجُ، كالتموُّجاتِ، لا تتحرَّكُ منفردةً. فكما يظهرُ في **الشكل ٢**، تنتقلُ الأمواجُ على شكلِ مجموعاتٍ تُسمّى **السلاسلَ الموجيَّةَ**. حين تبتعدُ السلاسلُ الموجيَّةُ عن مصدرِها، تنتقلُ عبرَ مياهِ المحيطِ بلا انقطاعٍ. لكنَّ الأمواجَ عندَما تصلُ إلى مياهٍ ضحلةٍ، يصطدمُ قاعُ الموجةِ بقاعِ البحرِ وتُبطئُ حركةُ الموجةِ. عندئذٍ تتحرَّكُ قمَّةُ الموجةِ بمعدَّلٍ أسرعَ ويزدادُ ارتفاعًا، لتبدأَ الموجةُ، من ثمَّ بالالتواءِ والتكسُّرِ. هذه الأمواجُ المتكسِّرةُ تُسمّى **زبدَ الموجِ**. و**الفترةُ الموجيَّةُ** هي الفاصلُ الزمنيُّ بينَ الموجةِ المتكسِّرةِ والأخرى.



الشكلُ ٢ لأن الأمواجَ تنتقلُ في سلاسلَ موجيَّةٍ، فإننا نجدُها تتكسَّرُ على فتراتٍ منتظمةٍ.

الأمواجُ الطاحنةُ

انظرْ إلى **الشكل ٣**، تأخذْ فكرةً عن كيفيَّةِ تكوُّنِ الرمالِ. عندَما تتكسَّرُ الأمواجُ، تُطلقُ كمّيَّةٌ هائلةٌ من الطاقةِ. ويمكنُ للموجةِ المتكسِّرةِ أن تفتِّتَ الصخورَ الصلبةَ وترمي بالصخورِ المتكسِّرةِ مجدَّدًا على الشاطئِ. حينَ تدخلُ المياهُ المندفعةُ في الأمواجِ المتكسِّرةِ إلى شقوقِ الصخورِ، تساهمُ في كسرِ جلاميدَ صخريَّةٍ كبيرةٍ منها، وإزالةِ حبيباتِ الرملِ الدقيقةِ. الرمالُ المفكَّكةُ التي يحملُها الموجُ معه، تنحتُ وتصقلُ الصخورَ الساحليَّةَ. وكنتيجةٍ لذلك، تتكسَّرُ الصخورُ، وتصيرُ قطعًا أصغرَ فأصغرَ، حتى تصبحَ رمالاً في النهايةِ.

تحقَّقْ

كيف تساعدُ الأمواجُ على تحلُّلِ الصخورِ وتفتُّتِها وتحوُّلِها إلى رمالٍ؟



الشكل ٣ ترتطمُ الأمواجُ المتكسِّرةُ بالشاطئِ الصخريِّ مُطلقةً طاقتَها.

تعريةُ الموجِ

تكوّنُ تعريةُ الأمواجِ تضاريسَ متنوِّعةً على امتدادِ خطِّ الساحلِ. **الجروفُ البحريَّةُ** تتكوَّنُ عندَما تُفتِّتُ الأمواجُ الصخورَ لتُشكِّلَ منحدراتٍ حادَّةً. تضربُ الأمواجُ قاعدةَ الجرفِ، ممّا يؤدّي إلى حتِّ التربةِ والصخرِ وجعلِ الجرفِ أشدَّ انحدارًا. يتوقَّفُ المعدَّلُ الذي تتعرَّى به الجروفُ على مدى صلادةِ الصخرِ وطاقةِ الأمواجِ. فالجروفُ البحريَّةُ المكوَّنةُ من صخرٍ صلدٍ، كالجرانيتِ، تتعرّى ببطءٍ شديدٍ. أما الجروفُ البحريَّةُ المكوَّنةُ من صخرٍ ليِّنٍ، كالطينِ الصفحيِّ، فتتعرّى بمعدَّلٍ أسرعَ، خصوصًا خلالَ العواصفِ.

الشكل ٤ التضاريسُ الساحليَّةُ المتكوِّنةُ من تعريةِ الأمواجِ



تشكيلُ خطِّ الساحلِ

التعريةُ التي تكوِّنُ تضاريسَ تشاهدُها على امتدادِ خطِّ الساحلِ، تحدثُ في معظمِها خلالَ العواصفِ. فالأمواجُ الكبيرةُ التي تولِّدُها العواصفُ تُطلقُ من الطاقةِ أكثرَ إلى حدٍّ بعيدٍ ممّا تطلقُهُ الأمواجُ العاديَّةُ. هذه الطاقةُ قويَّةٌ إلى حدِّ أنها تستطيعُ إزالةَ كتلٍ ضخمةٍ من الصخرِ. يبيِّنُ **الشكلُ ٤** بعضَ المعالمِ الرئيسةِ للتضاريسِ الأرضيَّةِ الناتجةِ عن تعريةِ الأمواجِ.

تحقَّقْ

إلامَ تُعزى قدرةُ الأمواجِ الكبيرةِ على إزالةِ كتلٍ صخريَّةٍ كبيرةٍ من خطِّ الساحلِ، وتعجزُ عن إزالتِها الأمواجُ العاديَّةُ؟



رؤوسُ البرِّ نتوءاتٌ على شكلِ أصابعَ تتكوَّنُ عندمَا تتعرَّى الجروفُ المكوَّنةُ من صخرٍ صلدٍ بمعدَّلٍ أبطأَ من الصخورِ المحيطةِ.

المصاطبُ الموجيَّةُ القَطْعِ تتكوَّنُ هذه المصاطبُ عندما يتعرَّى جرفٌ بحريٌّ مكوِّنًا مصطبةً شبهَ مستويةٍ تحتَ الماءِ عندَ قاعدةِ الجرفِ.

الشاطئ: منطقةٌ من خطِّ الساحلِ تتكوَّنُ من موادَّ ترسَّبَتْ بوساطةِ الأمواجِ.

تحقَّقْ

من أين تأتي موادُّ الشاطئ؟



الشكلُ ٥ تتكوَّنُ الشواطئُ من أنواعٍ مختلفةٍ من الموادِّ المترسِّبةِ بوساطةِ الأمواجِ.

ترسُّباتُ الموج

تحملُ الأمواجُ موادَّ متنوِّعةً، منها الرمالُ، والفتاتُ الصخريُّ، والمرجانُ الميتُ، والأصدافُ. تترسَّبُ هذه الموادُّ في أغلبِ الأحيانِ على خطِّ الساحلِ حيث تُكوِّنُ شاطئًا.

الشواطئُ

الشاطئُ Beach، علميًّا، هو كلُّ منطقةٍ من الساحلِ تتألَّفُ من موادَّ مترسِّبةٍ بوساطةِ الأمواجِ أو الأنهارِ.

قارنِ الشواطئَ المبيَّنةَ في **الشكل ٥**. لاحظْ اختلافَ الألوانِ والأنسجةِ نتيجةَ اختلافِ مصادرِ هذهِ الموادِّ. الرمالُ الفاتحةُ اللونِ تكوِّنُ مادَّةَ الشاطئِ الأكثرَ شيوعًا. والكثيرُ من هذه الرمالِ يأتي من معدِنِ الكوارتزِ. لكنَّ الشواطئَ لا تتكوَّنُ كلُّها من الرمالِ الفاتحةِ اللونِ. فشواطئُ كثيرٍ من الجزرِ المداريَّةِ مثلاً، تتكوَّنُ من موادَّ مرجانيَّةٍ دقيقةٍ بيضاءَ. بينما تكوَّنتْ بعضُ الشواطئِ من قطعٍ دقيقةٍ من الأصدافِ البحريَّةِ المتكسِّرةِ. وتتكوَّنُ الشواطئُ الرمليّةُ السوداءُ في الجزرِ البركانيَّةِ من حممٍ بركانيَّةٍ جُرِفَتْ بالتعريةِ. أما شواطئُ المناطقِ التي تكثرُ فيها العواصفُ البحريَّةُ، فتتكوَّنُ من الحصى والجلاميدِ.

الترسُّباتُ في عُرْضِ البحرِ

تقومُ الأمواجُ المتحرِّكةُ بدفعِ المياهِ على امتدادِ الساحلِ وتكوينِ تيّاراتِ الشاطئِ. عندَما تجرفُ الأمواجُ موادَّ من خطِّ الساحلِ، تنقلُ تيّاراتُ الشاطئِ هذه الموادَّ وترسِّبُها بعيدًا عن الساحلِ، ممّا يؤدِّي إلى تكوُّنِ تضاريسَ في عَرْضِ البحرِ. **الحاجزُ الرمليُّ**، مثلاً، حَيْدٌ تحتَ الماءِ، أو حَيْدٌ مكشوفٌ يتكوَّنُ من الرمالِ أو الحصى، أو من موادَّ صدفيَّةٍ. **واللسانُ الرُسوبيُّ الساحليُّ** حاجزٌ رمليٌّ مكشوفٌ متَّصلٌ بخطِّ الساحلِ. ومثالُهُ الامتدادُ الظاهرُ في **الشكل ٦**. أما الجزيرةُ الحاجزةُ، فهي جزيرةٌ طويلةٌ ضيِّقةٌ تتألَّفُ عادةً من الرمالِ وتتكوَّنُ قُبالةَ الشاطئِ في محاذاةِ خطِّ الساحلِ.



الشكلُ ٦ يتكوَّنُ هذا اللسانُ الرسوبيُّ الساحليُّ، عندَما يكونُ هناك حاجزٌ رمليٌّ مكشوفٌ متَّصلٌ بخطِّ الساحلِ.

ملخّصٌ

- حين تنكسرُ الأمواجُ على خطّ الساحلِ يتحلّلُ ويتفتّتُ الصخرُ إلى رملٍ.
- تشتملُ معالمُ خطِّ الساحلِ الستةُ التي تكوّنُها تعريةُ الموجِ على الجروفِ البَحريَّةِ، والمسلاّتِ البحريَّةِ، والكهوفِ البحريَّةِ، والأقواسِ البحريَّةِ، ورؤوسِ البرِّ، والمصاطبِ الموجيَّةِ القَطعِ.
- تتكوَّنُ الشواطئُ من الموادّ المترسّبةِ بوساطةِ الأمواجِ.

مراجعةُ المفرداتِ والمفاهيمِ

أكملْ كلاًّ من الجملتَيْن أدناه بالمفردةِ الصحيحةِ من المفردَتَيْن التاليتَيْن:

خطُّ الساحلِ **الشاطئُ**

١. ــــــــ هو المنطقةُ المؤلَّفةُ من الموادِّ المترسِّبةِ بوساطةِ الأمواجِ.

٢. ــــــــ هو المنطقةُ التي تلتقي فيها اليابسةُ بمسطّحٍ مائيٍّ.

استيعابُ الأفكارِ الرئيسةِ

٣. أيٌّ من التالي يكونُ نتيجةَ ترسيبِ الأمواجِ؟
أ. القوسُ البحريُّ.
ب. الكهفُ البحريُّ.
ج. اللسانُ الرسوبيُّ الساحليُّ.
د. رأسُ البرِّ.

٤. كيف تؤثِّرُ ترسُّباتُ الأمواجِ في خطِّ الساحلِ؟

٥. صفْ كيفَ تنتقلُ الرمالُ على امتدادِ الشاطئِ.

٦. ما معالمُ خطِّ الساحلِ الستّةُ التي تكوِّنُها تعريةُ الموجِ؟

٧. كيفَ يمكنُ لطاقةِ الأمواجِ المنتقلةِ عبرَ المياهِ أنْ تؤثِّرَ في خطِّ الساحلِ؟

٨. أيُّ الموجتيْنِ لهما طاقةٌ أكبرُ: الكبيرةُ أم الصغيرةُ؟ علِّلْ إجابتَكَ.

مهاراتٌ رياضيّاتٍ

٩. تخيَّلْ أن هناك جلمودًا كبيرًا على حافةِ خطِّ الساحلِ. إذا كانَتْ مدَّةُ الفترةِ الموجيَّةِ ١٥ ثانيةً، فكم مرَّةً يُضرَبُ هذا الجلمودُ في السنةِ؟

تفكيرٌ ناقدٌ

١٠. **تطبيقُ المفاهيمِ**: لا تتكوَّنُ كلُّ الشواطئِ من رملٍ فاتحِ اللونِ. علِّلْ صحَّةَ هذا القولِ.

١١. **استدلالٌ**: كيفَ يمكنُ للعواصفِ الشديدةِ في المحيطِ أن تؤثِّرَ في التعريةِ والترسيبِ على خطِّ الساحلِ؟

١٢. **توقُّعاتٌ**: كيف يتغيَّرُ رأسُ البرِّ في غضونِ ٢٥٠ سنةً؟ صِفْ بعضَ المعالمِ التي قد تتكوَّنُ.

القسمُ ٣

التعريةُ والترسيبُ بالرياحِ

مؤشّراتُ الأداءِ

- يعلّلُ تأثُّرَ بعضِ المناطقِ بالتعريةِ بالرياحِ أكثرَ من سواها.
- يصفُ عمليَّةَ القفزِ.
- يحدِّدُ نوعَيْ تضاريسَ ناتجَيْنِ عن التعريةِ والترسيبِ بالرياحِ.
- يوضّحُ كيف تتحرَّكُ الكثبانُ.

المفرداتُ والمفاهيمُ

القفزُ	البَرْيُ
التذريةُ	الكثيبُ

استراتيجيَّةُ القراءةِ

منظِّمُ القراءةِ: في أثناءِ قراءتِكَ لهذا القسمِ، ضعْ جدولاً تقارنُ فيه بينَ التذريةِ والبَرْيِ.

هل كنتَ تعملُ يومًا في الخارجِ وهبَّتْ رياحٌ عاصفةٌ فتطايرَتْ بعضُ الأوراقِ؟

هل تتذكَّرُ سرعةَ تطايرِ الأوراقِ، وكم ابتعدَتْ، وكم من الزمنِ استغرقَ منك التقاطُها؟ الرياحُ، كعاملِ تعريةٍ، تُزيلُ التربةَ والرمالَ وفتاتَ الصخورِ، وتنقلُها من مكانٍ إلى آخرَ، كما حدثَ للأوراقِ.

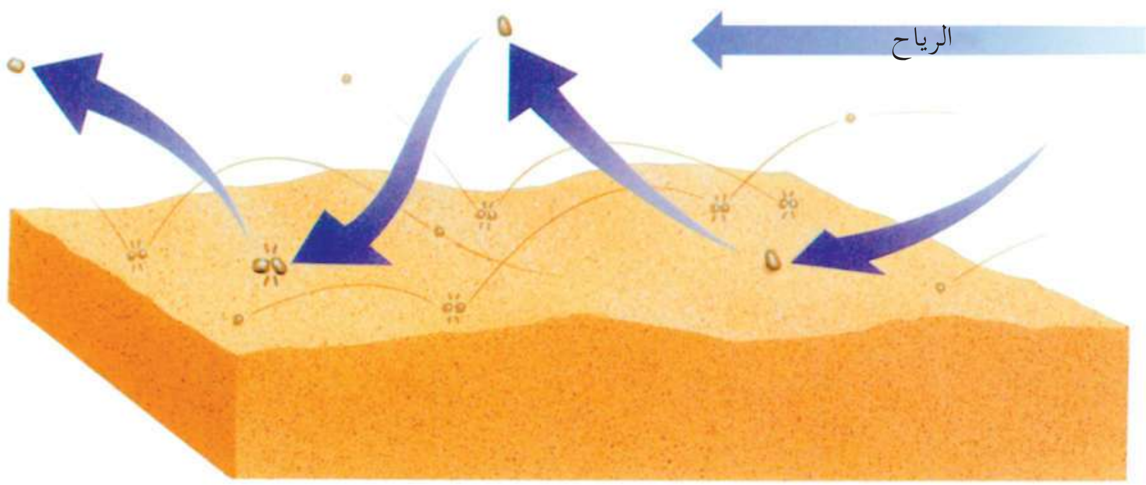
بعضُ المواقعِ معرَّضةٌ للتعريةِ بالرياحِ أكثرَ من غيرِها. فالمنطقةُ الفقيرةُ بالغطاءِ النباتيِّ تتأثَّرُ تأثُّرًا بالغًا بتعريةِ الرياحِ، لأنها فقيرةٌ بجذورِ النباتاتِ التي تثبِّتُ الرمالَ والأتربةَ في أماكنِها. والصحاري وخطوطُ السواحلِ التي تتكوَّنُ من موادَّ صخريَّةٍ دقيقةٍ مفكَّكةٍ وذاتُ الغطاءِ النباتيِّ الضعيفِ تتَّخذُ أشكالاً مختلفةً وغريبةً بفعلِ الرياحِ.

عمليَّةُ التعريةِ بالرياحِ

تحرِّكُ الرياحُ الموادَّ بطرائقَ مختلفةٍ. ففي المناطقِ التي تهبُّ فيها رياحٌ قويَّةٌ، تتحرَّكُ الموادُّ بطريقةِ القفزِ. و**القفزُ** Saltation هو تحرُّكُ حبيباتِ الرملِ بالوثبِ والارتدادِ في الاتِّجاهِ الذي تهبُّ فيه الرياحُ. وكما ترى في **الشكل ١**، تجعلُ الرياحُ الحبيباتِ تقفزُ وترتدُّ. وعندَما تتصادمُ حبيباتُ الرملِ المتحرِّكةُ، يقفزُ بعضُها في الهواءِ، ويسقطُ إلى الأمامِ، ويرتطمُ بحُبيباتِ رملٍ أخرى. هذه التصادماتُ تجعلُ حبيباتٍ أخرى تتدحرجُ وتقفزُ إلى الأمامِ.

القفزُ: حركةُ الرمالِ أو غيرِها من الرواسبِ بقفزاتٍ وارتداداتٍ قصيرةٍ تسبِّبُها الرياحُ أو المياهُ.

الشكلُ ١ تتسبَّبُ الرياحُ في تحرُّكِ حبيباتِ الرملِ بطريقةِ القفزِ.





الشكل ٢ تتكوَّنُ الصحراءُ الحصويَّةُ عندَما تزيلُ الرياحُ كلَّ الموادِّ الدقيقةِ من المكانِ.

التذريةُ

تُسمَّى إزالةُ الرواسبِ الدقيقةِ بوساطةِ الرياحِ **التذريةَ** Deflation. في أثناءِ التذريةِ، تزيلُ الرياحُ الطبقةَ العليا من الرواسبِ الدقيقةِ أو التربةِ، مخلِّفةً الفتاتَ الصخريَّ الأثقلَ الذي لا تستطيعُ الرياحُ رفعَه، مكوِّنةً **الصحراءَ الحصويَّةَ**، وهو سطحٌ يتكوَّنُ من الحصى ومن صخورٍ صغيرةٍ مُتكسِّرةٍ. يُظهِرُ **الشكلُ ٢** مثالاً على الصحراءِ الحصويَّةِ.

التذرية: شكلٌ من أشكالِ التعريةِ بالرياحِ تحدثُ حين تعصفُ الرياحُ وتفرِّقُ حبيباتِ التربةِ الجافَّةِ والدقيقةِ.

البَرْي: نحتُ سطوحِ الصخرِ وتآكلُها بفعلٍ ميكانيكيٍّ لصخورٍ أخرى أو لحُبيباتِ الرملِ.

البَري

يُسمَّى نحتُ الأسطحِ الصخريَّةِ بوساطةِ حبيباتٍ أو فتاتٍ صخريٍّ أو رمليٍّ آخرَ **البَري** Abrasion. يحدثُ البَريُ عادةً في مناطقَ فيها رياحٌ قويَّةٌ، ورمالٌ.

الموادُّ المترسِّبةُ بالرياحِ

الرياحُ أيضًا، تحملُ الرواسبَ مثلما تحملُها الأنهارُ. وكما ترسِّبُ الأنهارُ حمولاتِها، تُسقطُ الرياحُ في النهايةِ جميعَ الموادِّ التي تحملُها. تعتمدُ كمِّيّاتُ وحجومُ الحبيباتِ التي يمكنُ للرياحِ أن تحملَها على سرعةِ هبوبِها. فكلَّما عصفتِ الرياحُ بسرعةٍ أكبرَ، ازدادَ مقدارُ الموادِّ وثقلُ الحبيباتِ التي تستطيعُ أن تحملَها. وحين تتباطأُ سرعةُ الرياحِ، تترسَّبُ الحبيباتُ، الأثقلُ أوَّلاً.

تحقَّقْ

كيفَ تتكوَّنُ الصحراءُ الحصويَّةُ؟

مختبرٌ سريعٌ

تشكيلُ صحراءَ حصويَّةٍ

١. افرشْ خليطًا من **الغبارِ والرملِ والحصى** على **طاولةٍ في الهواءِ الطلقِ.**

٢. ضعْ **مروحةً كهربائيَّةً** على أحدِ طرفي الطاولةِ.

٣. ارتدِ **نظّارةً واقيةً وكمّامةَ ترشيحٍ.** صوِّبِ المروحةَ باتِّجاهِ الرواسبِ. شغِّلِ المروحةَ بالسرعةِ الدنيا. سجِّلْ ملاحظاتِك.

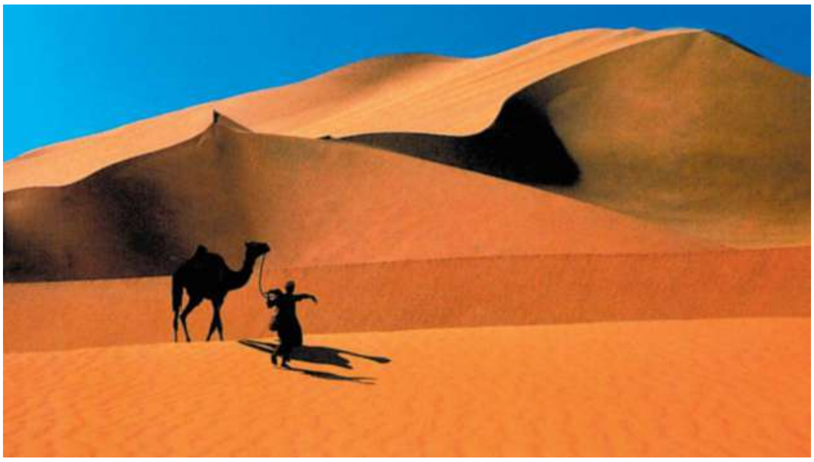
٤. شغِّلِ المروحةَ بالسرعةِ المتوسِّطةِ. سجِّلْ ملاحظاتِك.

٥. أخيرًا، شغِّلِ المروحةَ بالسرعةِ القصوى لتحاكيَ عاصفةً صحراويَّةً. سجِّلْ ملاحظاتِك.

٦. ما العلاقةُ بين سرعةِ الرياحِ وحجمِ الرواسبِ التي تنقلُها؟

٧. هل تتناسبُ الرواسبُ الباقيةُ مع تعريفِ الصحراءِ الحصويَّةِ؟

الشكلُ ٣ تتنقَّلُ الكثبانُ من مكانٍ إلى آخرَ مع اتِّجاهِ الرياحِ.



الكثبان

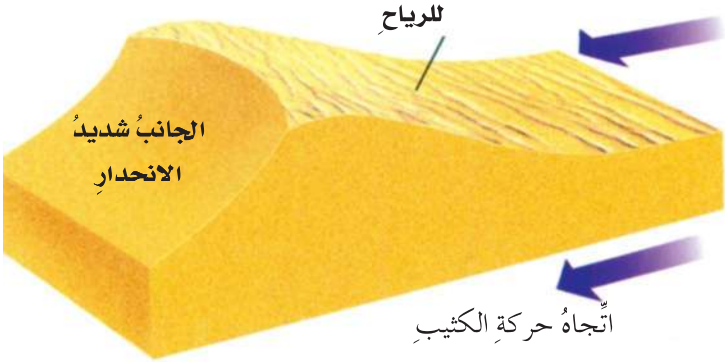
عندَما تصطدمُ الرياحُ بعائقٍ، كنباتٍ أو صخرةٍ، تتباطأُ سرعتُها، فترسِّبُ أو تُسقطُ الموادَّ الأثقلَ. تتراكمُ هذه الموادُّ فتُشكِّلُ عائقًا إضافيًّا. يتسبَّبُ هذا العائقُ الإضافيُّ في ترسُّبِ كمٍّ متزايدٍ من الموادِّ، حتى تتكوَّنَ تلةٌ صغيرةٌ. وفي النهايةِ، يُدفنُ العائقُ الأصليُّ بهذه التلالِ الرمليَّةِ الصغيرةِ المترسِّبةِ بالرياحِ والتي تُسمَّى **كثبانًا** Dunes. الكثبانُ شائعةٌ في الصحاري الرمليَّةِ وعلى امتدادِ الشواطئِ الرمليَّةِ للبحيراتِ والمحيطاتِ. يظهرُ في **الشكل ٣** كثيبٌ كبيرٌ يقعُ في منطقةٍ صحراويَّةٍ.

الكثيبُ: تلَّةٌ رمليَّةٌ صغيرةٌ رسَّبَتْها الرياحُ، وهي تحافظُ على شكلِها بالرغمِ من تحرُّكِها.

حركةُ الكثبانِ

تميلُ الكثبانُ إلى التحرُّكِ في اتِّجاهِ الرياحِ القويَّةِ. تنتجُ الرياحُ كثبانًا بأشكالٍ وحجومٍ مختلفةٍ. للكثيبِ عادةً جانبٌ معتدلُ الانحدارِ وجانبٌ شديدُ الانحدارِ، كما يظهرُ في **الشكل ٤**. في معظمِ الحالاتِ، يكونُ الجانبُ المعتدلُ الانحدارِ مواجهًا للرياحِ. تنقلُ الرياحُ الموادَّ باستمرارٍ صعودًا إلى أعلى هذا الجانبِ من الكثيبِ. وحين تنتقلُ الرمالُ إلى ذروةِ الكثيبِ، تنزلقُ نزولاً على الجانبِ الشديدِ الانحدارِ، لتشكِّلَ منحدرًا حادًّا.

تحقَّقْ
في أيِّ اتِّجاهٍ تتحرَّكُ الكثبانُ؟



الشكلُ ٤ تتكوَّنُ الكثبانُ من الموادِّ المترسِّبةِ بوساطةِ الرياحِ.

ملخّص

- المناطقُ ذات الغطاءِ النباتيِّ الشحيح، والمناطقُ الصحراويّةُ المغطاةُ بموادَّ صخريَّةٍ دقيقةٍ، هي مناطقُ معرَّضةٌ للتعريةِ بالرياحِ أكثرَ من المناطقِ الأخرى.
- القفزُ هو العمليَّةُ التي تتحرَّكُ فيها جسيماتٌ بحجمِ حبيباتِ الرملِ في اتّجاهِ الرياحِ.
- التضاريسُ التي تتكوّنُ بفعلِ التعريةِ والترسيبِ بالرياحِ هي الصحراءُ الحصويّةُ والكثبانُ.
- تتحرّكُ الكثبانُ في اتّجاهِ الرياحِ.

مراجعةُ المفرداتِ والمفاهيم

في كلٍّ من الجُملتين أدناه، استبدلْ بالمفردةِ غيرِ الصحيحةِ المفردةَ الصحيحةَ من المفرداتِ التاليةِ:

الكثيبُ	القفزُ
التذريةُ	البرْيُ

١. تجاويفُ التذريةِ تلالٌ من الرملِ مترسِّبةٌ بوساطةِ الرياحِ.

٢. إزالةُ الرواسبِ الدقيقةِ بوساطةِ الرياحِ تُسمّى البَري.

استيعابُ الأفكارِ الرئيسةِ

٣. أيُّ التضاريسِ التاليةِ يتكوّنُ نتيجةً للترسُّبِ بالرياحِ؟
   أ. تجويفُ التذريةِ.
   ب. الصحراءُ الحصويَّةُ.
   ج. الكثيبُ.
   د. البَرْيُ.

٤. صِفْ كيفَ تُنقَلُ الموادُّ في المناطقِ التي تهبُّ عليها رياحٌ قويَّةٌ.

٥. اشرحْ عمليَّةَ البَرْي.

مهاراتُ رياضيّاتٍ

٦. إذا تحرَّكَ الكثيبُ مسافةَ ٤٠ مترًا في السنةِ، فكم مترًا يتحرَّكُ في اليومِ الواحدِ؟

تفكيرٌ ناقدٌ

٧. **تحديدُ العلاقاتِ**: وضِّحِ العلاقةَ بينَ الغطاءِ النباتيِّ والتعريةِ بالرياحِ.

٨. **تطبيقُ المفاهيمِ**: إذا تسلَّقْتَ الجانبَ الشديدَ الانحدارِ من كثيبٍ رمليٍّ، فهل ترجِّحُ أنك سرْتَ في الاتِّجاهِ الذي كانَتْ تهبُّ عليهِ الرياحُ؟

القسم
٤

تأثيرُ الجاذبيَّةِ على التعريةِ والترسيبِ

مؤشّراتُ الأداءِ

- يشرحُ دورَ الجاذبيّةِ كعامل من عواملِ التعريةِ والترسيبِ.
- يوضّحُ علاقةَ زاويةِ الاستقرارِ بالانزلاقِ الكتليِّ.
- يصفُ نوعَيْنِ من أنواعِ الانزلاقِ الكتليِّ السريعِ.

المفرداتُ والمفاهيمُ

الانزلاقُ الكتليُّ
التساقطُ الصخريُّ
الانزلاقُ الأرضيُّ

استراتيجيَّةُ القراءةِ

دليلُ التوقعِ: قبلَ قراءتِكَ لهذا القسم، دوِّنْ كل عنوانٍ من هذا القسم. واكتبْ تحتَ كلِّ عنوانٍ ما تعتقدُ أنك ستتعلَّمُهُ.

هل تعلمُ أن بعضَ الجبالِ كانَتْ في ما مضى أعلى بعدَّةِ مرّاتٍ مما هي عليه الآن؟ ما السببُ في أنها الآنَ أقلُّ ارتفاعًا. إن للجاذبيَّةِ تأثيرًا على جميعِ الأجسامِ التي على الأرضِ.

أنت لا تستطيعُ رؤيةَ قوَّةِ الجاذبيَّةِ، وهي مع ذلك عاملُ تعريةٍ وترسيبٍ. لا تؤثِّرُ الجاذبيَّةُ فقط على حركةِ المياهِ والجليدِ، بل تسبِّبُ أيضًا تحرُّكَ الصخورِ والتربةِ نزولاً نحو أسفلِ المنحدراتِ. **الانزلاقُ الكتليُّ** Mass movement هو حركة كلِّ مادَّةٍ كالصخورِ والتربةِ والجليدِ، نزولاً على المنحدراتِ. وسواءٌ حدث الانزلاقُ بسرعةٍ أو ببطءٍ، فإن له دورًا رئيسًا في تكوينِ سطحِ الأرضِ.

الانزلاقُ الكتليُّ: حركةُ مقطعٍ من الأرضِ نزولاً على مُنحدرٍ.

زاويةُ الاستقرارِ

إذا تراكمَ الرملُ الجافُّ، يتحرَّكُ نزولاً على المُنحدرِ حتى يصبحَ الانحدارُ مستقرًّا. وزاويةُ الاستقرارِ هي زاويةُ الانحدارِ القصوى، التي يتوقَّفُ عندَها انزلاقُ الموادِّ المفكّكةِ نحوَ الأسفلِ. وهذا مُبيَّنٌ في **الشكل ١**. ولكلِّ نوعٍ من الموادِّ السطحيَّةِ زاويةُ استقرارٍ مختلفةٌ. فخصائصُ الموادِّ السطحيِّةِ، كحجمِها ووزنِها وشكلِها ومستوى رطوبتِها، هي التي تُحدِّدُ عندَ أيِّ زاويةٍ ستتحرَّكُ الموادُّ نحوَ أسفلِ المنحدرِ.

الانزلاقُ الكُتليُّ السريعُ

تحدثُ الانهياراتُ الأكثرُ تدميرًا فجأةً وبسرعةٍ. ويمكنُ للانزلاقِ الكتليِّ السريعِ أن يكونَ خطرًا جدًّا، ويمكنُهُ أن يدمِّرَ كلَّ شيءٍ في طريقِهِ.



الشكلُ ١ إذا كانَ الانحدارُ الذي تستقرُّ عليه الموادُّ أقلَّ من زاويةِ الاستقرارِ، تبقى الموادُّ في مكانِها. وإذا كانَ الانحدارُ أكبرَ من زاويةِ الاستقرارِ، تتحرَّكُ الموادُّ نزولاً إلى أسفلِ المنحدرِ.

التساقطُ الصخريُّ

ربّما لاحظتَ في أثناءِ نزهةٍ بالسيّارةِ على طريقٍ جبليَّةٍ، وجودَ إشاراتٍ على الطريقِ تحذِّرُ من تساقطِ الصخورِ. يحدثُ **التساقطُ الصخريُّ Rock fall** عندَما تنهارُ الصخورُ المتفكّكةُ على مُنحدرٍ حادٍّ. تنشأُ المنحدراتُ الحادَّةُ أحيانًا نتيجةَ الحفرِ لشقِّ الطرقِ في المناطقِ الجبليَّةِ. الصخورُ المتفكِّكةُ المكشوفةُ فوقَ الطريقِ معرَّضةٌ للسقوطِ بفعلِ الجاذبيَّةِ. ويمكنُ أن يتراوحَ حجمُ الصخورِ في التساقطِ الصخريِّ بينَ رمالٍ صغيرةٍ وجلاميدَ كبيرةٍ.

الانزلاقاتُ الأرضيَّةُ

الانزلاقُ الأرضيُّ نوعٌ آخرُ من أنواعِ الانزلاقِ الكتليِّ السريعِ. **والانزلاقُ الأرضيُّ Landslide** هو التحرُّكُ المفاجئُ والسريعُ لكمّيَّةٍ كبيرةٍ من الموادِّ نزولاً إلى أسفلِ المنحدرِ. أما **الانزلاقُ الكتليُّ القوسيُّ** المبيَّنُ في **الشكل ٢**، فهو النوعُ الأكثرُ شيوعًا من الانزلاقاتِ الأرضيَّةِ. يحدثُ الانزلاقُ الكتليُّ القوسيُّ عندَما تتحرَّكُ كتلةٌ من الموادِّ نزولاً على سطحٍ مقوَّسٍ نحوَ أسفلِ المنحدرِ. وتؤدِّي الأمطارُ الغزيرةُ، وقطعُ الأشجارِ، والبناءُ على سفوحٍ غيرِ مستقرَّةٍ، والهزّاتُ الأرضيَّةُ إلى زيادةِ احتمالاتِ حدوثِ الانزلاقاتِ الأرضيَّةِ.

تحقَّق

ما الانزلاقُ الكتليُّ القوسيُّ؟



الشكلُ ٢ الانزلاقُ الكتليُّ القوسيُّ نوعٌ من الانزلاقاتِ الأرضيَّةِ التي تحدثُ عندما تنفصلُ كتلةٌ من الأرضِ وتنزلقُ نحوَ أسفلِ المنحدرِ.

التساقطُ الصخريُّ: مجموعةٌ من الصخورِ المتفكِّكةِ تسقطُ إلى أسفلِ منحدرٍ حادٍّ.

الانزلاقُ الأرضيُّ: التحرُّكُ المفاجئُ للصخورِ والتربةِ نزولاً إلى أسفلِ المنحدرِ.

مُراجعةُ القسمِ

ملخَّص

- تسبِّبُ الجاذبيَّةُ تحرُّكَ الصخورِ والتربةِ إلى أسفلِ المنحدراتِ.
- يحدثُ الانزلاقُ الكتليُّ إذا كانَتْ زاويةُ المنحدرِ الذي تستقرُّ عليه الموادُّ أكبرَ من زاويةِ الاستقرارِ.
- نوعا الانزلاقِ الكتليِّ السريعِ هي: التساقطاتُ الصخريَّةُ، والانزلاقاتُ الأرضيَّةُ .

مراجعةُ المفرداتِ والمفاهيمِ

أكملْ كلاًّ من الجملتَيْنِ أدناهُ بالمفردةِ الصحيحةِ من المفرداتِ التاليةِ:

الزحفُ الانزلاقُ الكتليُّ
التساقطُ الصخريُّ

١. يحدثُ ________ عندَما تسقطُ مجموعةٌ من الصخورِ المفكّكةِ إلى أسفلِ منحدرٍ حادٍّ.

٢. تسمَّى حركةُ مقطعٍ من الأرضِ نزولاً على منحدرٍ ________ .

استيعابُ الأفكارِ الرئيسةِ

٣. كيف يحدثُ الانزلاقُ الكتليُّ القوسيُّ؟

٤. ما علاقةُ زاويةِ الاستقرارِ بالانزلاقِ الكتليِّ؟

تفكيرٌ ناقدٌ

٥. **تحديدُ العلاقاتِ**: أيُّ نوعٍ من أنواعِ الانزلاقِ الكتليِّ أكثرُ خطورةً على الإنسانِ؟ وضِّحْ إجابتَكَ.

مُراجَعَةُ الْفَصلِ

مراجعةُ المُفرداتِ والمفاهيمِ

الجملةُ البيانيَّةُ التاليةُ خطأٌ. بدِّلِ المُصطلحِ الذي تحتَه خطٌّ لتصبحَ الجملةُ صحيحةً:

١. النهرُ الذي يصبُّ في بحيرةٍ أو في نهرٍ أكبرُ هو <u>دورةُ ماءٍ</u>.

ما الفرقُ بينَ معنَيْي كلِّ زوجٍ من المصطلحاتِ التاليةِ:

٢. الحدُّ الفاصلُ ومستجمعُ الأمطارِ.

٣. خطُّ الساحلِ والشاطئُ.

٤. الصحراءُ الحصويَّةُ والكثبانُ.

٥. التذريةُ والقفزُ.

استيعابُ الأفكارِ الرئيسةِ

اختيارٌ من متعدِّدٍ

٦. أيُّ العمليّاتِ التاليةِ **ليسَتْ** جزءًا من دورةِ الماءِ؟
أ. التبخُّرُ.
ب. الترشُّحُ.
ج. التكاثفُ.
د. الترسيبُ.

٧. أيُّ هذه المعالمِ شائعٌ في مجاري الأنهارِ الفتيَّةِ؟
أ. التعرُّجاتُ.
ب. السهولُ الفيضيَّةُ.
ج. الجنادلُ.
د. الحواجزُ الرمليَّةُ.

٨. عندَما تخترقُ الأمواجُ رأسَ البرِّ وتشقُّه بكاملِه، يتكوَّنُ ________.
أ. كهفٌ بحريٌّ.
ب. قوسٌ بحريٌّ.
ج. مصطبةٌ موجيَّةُ القطعِ.
د. حاجزٌ رمليٌّ.

٩. الشريطُ الرمليُّ الضيِّقُ المتكوِّنُ من ترسيباتِ الموجِ والمتّصلُ بالشاطئِ يُسمّى:
أ. لسانًا رسوبيًّا ساحليًّا.
ب. حاجزًا رمليًّا.
ج. مصطبةً موجيَّةَ القطعِ.
د. رأسَ البرِّ.

١٠. ماذا يُسمّى نحتُ سطوحِ الصخورِ وتآكلُها بفعلِ حُبيباتِ الرملِ التي تعصفُ الرياحُ بها؟
أ. البريُّ. ج. القفزُ.
ب. التذريةُ. د. الوثبُ.

١١. أيٌّ من التالي يحدثُ على منحدراتٍ حادّةٍ جدًّا؟
أ. الانزلاقُ الأرضيُّ.
ب. الانزلاقُ الكتليُّ القوسيُّ.
ج. الزحفُ.
د. التساقطُ الصخريُّ.

إجابةٌ قصيرةٌ

١٢. لماذا تتكسَّرُ الأمواجُ عندَما تقتربُ من الشاطئِ؟

١٣. لماذا تتأثَّرُ بعضُ المناطقِ بتعريةِ الرياحِ أكثرَ من غيرِها؟

١٤. في أيِّ اتِّجاهٍ تتحرَّكُ الكثبانُ الرمليَّةُ؟

١٥. ما هي زاويةُ الاستقرارِ؟

١٦. ما الانزلاقُ الكتليُّ الأكثرُ تدميرًا؟

تفكيرٌ ناقدٌ

١٧. **خريطةُ المفاهيم:** استخدمِ المصطلحاتِ التاليةَ لبناءِ خريطةِ مفاهيمَ: **التذريةُ، الرياحُ القويّةُ، القفزُ، الكثيبُ، الصحراءُ الحصويّةُ.**

١٨. **تحليلُ العمليّاتِ:** كيف يكونُ مجرى النهرِ الفتيِّ؟

١٩. **تحليلُ العمليّاتِ:** هل يفقدُ بخارُ الماءِ طاقةً أم يكسبُ طاقةً خلالَ عمليَّةِ التكاثفِ؟ وضِّحْ إجابتَكَ.

٢٠. **استدلالٌ:** كيف يزيدُ الإنسانُ من احتمالِ حدوثِ التعريةِ بالرياحِ؟

٢١. **استدلالٌ:** متى يحدثُ الانزلاقُ الكتليُّ القوسيُّ؟

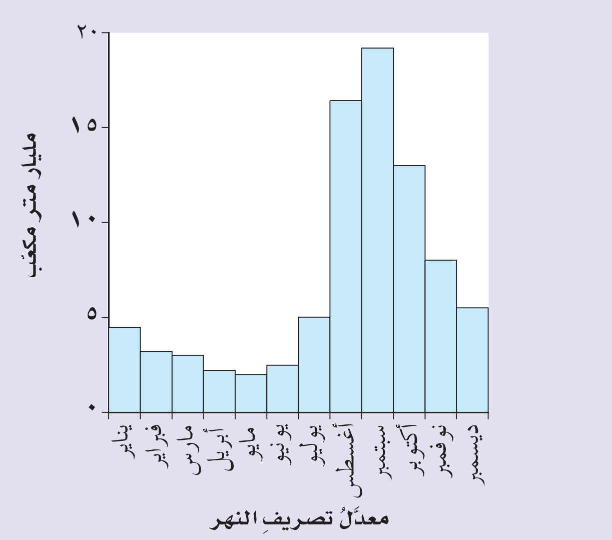
٢٢. **تطبيقُ المفاهيمِ:** أنتَ مهتمٌّ بشراءِ بيتٍ يطلُّ على المحيطِ. والبيتُ الذي تريدُ شراءَهُ يقعُ فوقَ جرفٍ بحريٍّ شديدِ الانحدارِ. بناءً على ما تعلَّمتَهُ عن تعريةِ خطوطِ السواحلِ، ما العواملُ التي ستأخذُها في الاعتبارِ، لتقرِّرَ إن كنتَ ستشتري البيتَ أم لا؟



تفسيرُ الأشكالِ التخطيطيَّةِ

يُظهرُ الرسمُ البيانيُّ (الهيدروجراف) أدناهُ بياناتٍ عن تدفُّقِ نهرِ النيلِ عندَ مدينةِ أسوانَ، على مدى سنةٍ واحدةٍ. استخدمِ الهيدروجرافَ للإجابةِ عن الأسئلةِ التاليةِ:

هيدروجراف نهر النيل



٢٣. في أيِّ شهرٍ يبلغُ معدَّلُ تصريفِ النهرِ ذروتَهُ؟

٢٤. ما الذي يرفعُ معدَّلاتِ تصريفِ النهرِ إلى نقاطِ الذروةِ بين شهرَيْ أغسطس وأكتوبر؟

الوَحدةُ

د

علمُ الفلكِ

في هذه الوحدةِ ستدرسُ مقدِّمةً عن علمِ الفلكِ. قبلَ أن يُعرفَ هذا العلمُ كعلمٍ مستقلٍ بزمنٍ طويلٍ، كانَ الناسُ ينظرونَ إلى السماءِ في الليلِ محاولينَ فهمَ معنى توهُّجِ الأضواءِ في الأعالي. رسمَ علماءُ الفلكِ الأوائلُ النجومَ على شكلِ مخطَّطٍ، وأعدّوا تقاويمَ بالاستنادِ إلى حركةِ الشمسِ، والقمرِ، والكواكبِ مصداقًا لقولهِ تعالى: ﴿وَهُوَ ٱلَّذِى جَعَلَ لَكُمُ ٱلنُّجُومَ لِتَهۡتَدُواْ بِهَا﴾ سورة الأنعام (٩٧). أما اليومَ وبتطورِ هذا العلمِ، تمكّنَ العلماءُ من وضعِ محطَّةٍ فضائيَّةٍ على مدارٍ حولَ الأرضِ. يُبيِّنُ هذا الخطُّ الزمنيُّ أحداثًا وقعَتْ عبرَ التاريخِ البشريِّ بينَما كانَ العلماءُ يحاولونَ فهمَ الفضاءِ المجاورِ لكوكبِنا بشكلٍ أفضلَ.

٨٦٠

قامَ ثابتُ بنُ قرَّةَ بحسابِ الزمنِ الدقيقِ للسنةِ الميلاديَّةِ الناتجةِ من دورانِ الأرضِ حولَ الشمسِ، وذلكَ بـ ٣٦٥ يومًا و ٦ ساعاتٍ و٩ دقائقَ و ١٢ ثانيةً، وهو نفسُ الرقمِ الحاليِّ الذي يستخدمُهُ الفلكيّونَ المعاصرونَ.

٩٧٣

وُلدَ أبو ريحانَ البيرونيُّ بالقربِ من خوارزمَ. وكانَ أوَّلَ عالمٍ في الشرقِ الأوسطِ يُعلنُ أنَ الأرضَ تدورُ حولَ الشَمسِ، وقالَ بكرويَّةِ الأرضِ. وحسبَ محيطَ الأرضِ، متوصلًا إلى قيمةٍ قريبةٍ من القيمةِ المحسوبةِ حديثًا.

١٨٩٨

نُشرَ كتابُ «حربُ العوالمِ» نشرَهُ هـ.ج. ويلز.



١٩٢٤

أكَّدُ عالمُ الفلكِ أدوين هابل وجودَ مجرّاتٍ أخرى.

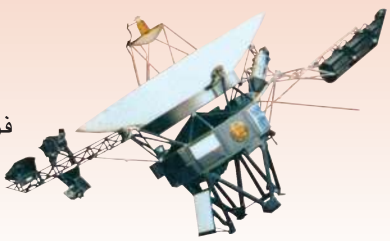


١٩٧٧

تمَّ إطلاقُ المركبتينِ الفضائيَّتينِ فويجر ١ وفويجر ٢ بمهامَ إلى المُشتري وزُحلَ وما وراءهما. الآنَ، ومن مسافةٍ تزيدُ على ١٠ ملياراتِ كيلومترٍ منَ الأرضِ، لا يزالانِ يرسلانِ المعلوماتِ عن الفضاءِ.

١٩٨٥

أصبحَ الأميرُ سلطانُ بنُ سلمانَ بن عبدِ العزيزِ أوَّلَ رائدِ فضاءٍ عربيٍّ، عندمَا قامَ برحلةٍ إلى الفضاءِ على متنِ المكوّكِ الأمريكيِّ ديسكفري.


فويجر ٢



١٠٥٤
سَجَّلَ علماءُ الفلكِ الصينيّون والكوريّون ظهورَ المتجدِّدِ الأعظمِ لنجمٍ متفجِّرٍ.

١٥٨٢
تمَّ إسقاطُ عشرةِ أيّامٍ من شهرِ أكتوبرَ نتيجةً لاستبدالِ التقويمِ الغريغوري بالتقويمِ اليوليوسي.

١٦٦٦
مُستخدمًا منشورًا، اكتشفَ إسحقُ نيوتُنَ أنّ الضوءَ الأبيضَ يتكوّنُ من ألوانٍ مختلفةٍ.



١٩٥٨
تأسَّسَتْ ناسا (الهيئةُ الوطنيّةُ الأمريكيّةُ للطيرانِ والفضاءِ) لتقودَ عمليَّةَ استكشافِ الفضاءِ الأمريكيَّةِ.

١٩٦١
أصبحَ رائدُ الفضاءِ السوفياتيُّ يوري غاغارين أوّلَ إنسانٍ يدورُ في الفضاءِ حولَ الأرضِ، على متنِ المركبةِ الفضائيّةِ فوستوك ١.

١٩٧٠
تعرّضَتِ المركبةُ الفضائيّةُ أبولو ١٣ لعُطلٍ، بُعَيدَ مغادرتِها المدارَ. دارَ روّادُ المركبةِ الفضائيّةِ الثلاثةُ حولَ القمرِ وعادوا سالمينَ إلى الأرضِ.



١٩٩٢
اكتشفَ علماءُ الفلكِ أوّلَ كوكبٍ خارجَ المنظومةِ الشمسيّةِ.

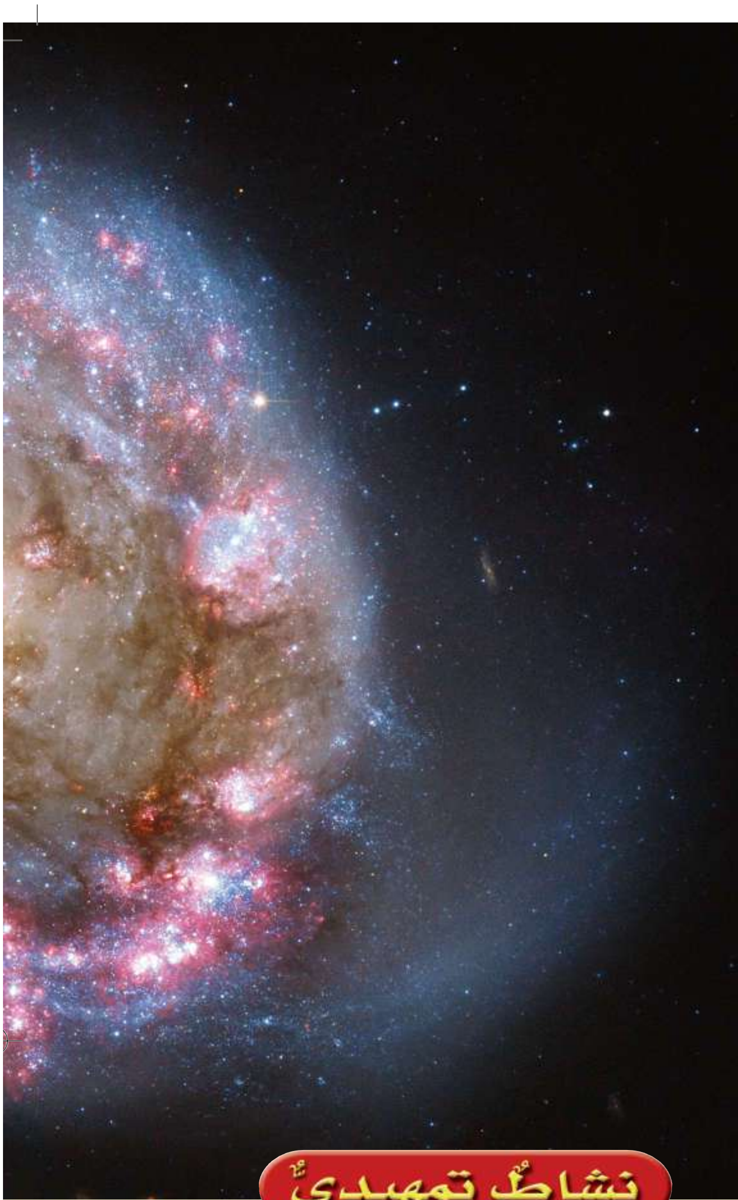
١٩٩٨
أصبحَ جون جلين أكبرَ معمَّرٍ في الفضاءِ. فلقد أتَتْ رحلتُه الثانيةُ إلى الفضاءِ بعدَ مرورِ ٣٦ سنةً على كونِه أوّلَ أمريكيٍّ يدورُ حولَ الأرضِ.

٢٠٠٣
اكتشفَ علماءُ الفلكِ ثلاثةَ كوازاراتٍ بعيدةٍ جدًّا تعودُ إلى زمنٍ كانَ فيه عُمرُ الكونِ المكتشفِ ٨٠٠ مليونِ سنةٍ فقط. يستغرقُ وصولُ الضوءِ إلى الأرضِ من الكوازارِ الأبعدِ عنها ١٣ مليارَ سنةٍ.



الفصل ٨

النجومُ والمجرَّاتُ



الفكرةُ الرئيسةُ

يمكنُ تعرُّفُ بنيةِ الكونِ وتركيبِه عبرَ دراسةِ النجومِ والمجرَّاتِ.

القسم

حولَ الصورة

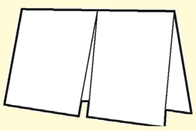
تُعرفُ هاتانِ المجرَّتانِ المُتصادمتانِ في مجموعة NGC4038 باسمِ «الهوائيّات»، بالنظرِ إلى الشكلِ الذي تتَّخذُهُ سحابتا النجومِ والغبارِ والغازِ المقذوفِ بفعلِ التصادم. كانتْ هاتانِ المجرَّتانِ قبلَ نحوِ ١.٢ بليونَ سنةٍ مجرَّتَيْنِ منفصلتَيْنِ. اليومَ، نجدُ المجرَّتَيْنِ في طورِ الاتِّصالِ لتكوينِ مجرَّةٍ عملاقةٍ واحدة.

نشاطٌ تمهيديٌّ

ملف الملاحظات

جدولٌ ثنائيُّ اللوحات:

قبلَ البدءِ بقراءةِ هذا الفصلِ، قُمْ بإعدادِ **جدولٍ من لوحتَيْنِ**، وهو موصوفٌ في قسمِ **مهارات الدراسة** المدرجِ في ملحقِ هذا الكتاب. عنونْ إحدى اللوحتينِ بمصطلحِ «النجوم» والثانيةَ بمصطلحِ «المجرّات». في أثناءِ قراءةِ الفصلِ، دوِّنِ المعلوماتِ التي تتعلَّمُها عن كلِّ فئةٍ تحتَ العنوانِ المناسبِ.





نشاطٌ استهلاليٌّ

استكشافُ حركةِ المجرّاتِ في الكونِ

ليسَت المجرَّاتُ كلُّها متشابهةً. فهي تختلفُ في الحجمِ، والشكلِ، وكيفيّةِ تحرُّكِها في الفضاءِ. ستتَّخذُ، في هذا النشاطِ، المجرَّتَيْنِ اللتَيْنِ في الصورةِ كمثالٍ، لتكتشفَ كيف تتحرَّكانِ في الفضاءِ.

الخطوات

١. املأْ **بالماءِ كأسًا زجاجيّةً** سعتُها ربعُ لترٍ حتى ثلاثةِ أرباعِها.

٢. خذْ مقدارًا ضئيلاً من قطعِ **القصاصاتِ اللامعةِ** ورشَّها على سطحِ الماءِ.

٣. سارعْ إلى تحريكِ الماءِ **بملعقةٍ خشبيَّةٍ**. تحقَّقْ من تحريكِكَ للماءِ بخطٍّ دائريٍّ.

٤. بعد أن تكفَّ عن التحريكِ، انظرْ إلى الماءِ من جوانبِ الكأسِ الزجاجيَّةِ ومن فوَّهتِها.

التحليل

١. بأيِّ نمطٍ تحرَّكَ الماءُ بعد أن توقَّفْتَ عن تحريكِهِ؟

٢. بيِّنْ تشابُهَ حركةِ الماءِ مع حركةِ المجرَّاتِ في الصورةِ.

٣. اقترحِ اسمًا يصفُ المجرَّاتِ في الصورةِ.

القسمُ
1

النجومُ

هل تساءلْتَ يومًا عن النجومِ في السماءِ ليلاً وعن الأضواءِ المتلألئةِ التي تصدرُها؟ حسنًا، فما النجومُ إذنْ؟ وممَّ تتكوّنُ؟

تبدو معظمُ النجومِ، في السماءِ ليلاً، كنقاطٍ باهتةٍ من الضوءِ. لكنّها في الحقيقةِ كراتٌ ضخمةٌ ساخنةٌ ولامعةٌ من الغازِ، تبعدُ تريليونات (آلاف مليارات) الكيلومترات عن الأرضِ. لكنْ كيفَ يتوصّلُ علماءُ الفلكِ إلى معرفةِ النجومِ، بالرغمِ من هذا البعدِ؟ إن علماءَ الفلكِ يدرسونَ ضوءَ النجومِ!

مؤشِّراتُ الأداءِ

- يصفُ العلاقةَ بينَ لونِ النجمِ ودرجةِ حرارتِه.
- يوضِّحُ كيفَ يستطيعُ العالِمُ تحديدَ تركيبِ النجمِ.
- يصفُ كيفَ يصنِّفُ العلماءُ النجومَ.
- يحدِّدُ كيفَ يقيسُ علماءُ الفلكِ المسافاتِ من الأرضِ إلى النجومِ.

المفرداتُ والمفاهيمُ

الطيفُ المرئيُّ
السنةُ الضوئيَّةُ
اختلافُ الموضعِ

استراتيجيَّةُ القراءةِ

دليلُ التوقُّعِ: قبلَ قراءةِ هذا القسمِ اكتبْ عناوينَ فقراتِه. ثمَّ اكتبْ تحتَ كلِّ عنوانٍ ما تعتقدُ أنك ستتعلَّمُهُ.

لونُ النجومِ

انظرْ إلى لهبِ الشمعةِ ولهبِ موقدِ بنزن الظاهرينِ في **الشكل ١**. أيُّ لهبٍ منهما أكثرُ سخونةً؟ كيفَ تعرفُ؟ قد يُعتقَدُ أن الأحمرَ والأصفرَ لونانِ ساخنانِ وأن الأزرقَ لونٌ باردٌ. لكنَّ علماءَ الفلكِ يعدّونَ الأحمرَ والأصفرَ لونينِ باردَيْنِ (أقلَّ سخونةً من الأزرقِ)، والأزرقَ لونًا ساخنًا. إن لهبَ موقدِ بنزن الأزرقَ، مثلاً، أكثرُ سخونةً بكثيرٍ من لهبِ الشمعةِ الأصفرِ.

إذا أمعنْتَ النظرَ في السماءِ ليلاً، قد تلاحظُ الألوانَ المختلفةَ لبعضِ النجومِ، فالنجمُ بيتلغيز الأحمرُ والنجمُ ريغيل الأزرقُ هما النجمانِ اللَّذانِ يكوّنانِ زاويتيْنِ لمجموعةِ نجومٍ تُعرفُ بكوكبةِ الجبّارِ، الظاهرةِ في **الشكل ١**. وبما أن هذيْنِ النجميْنِ لهما لونانِ مختلفانِ، فإن بمقدورِنا أن نستنتجَ أن لهما درجاتِ حرارةٍ مختلفةً.

تحقَّقْ
أيُّ نجمٍ أكثرُ سخونةً: بيتلغيز أم ريغيل؟ علِّلْ ذلك.



الشكل ١ يعرفُ علماءُ الفلكِ أن ريغيل أكثرُ سخونةً من بيتلغيز، بالطريقةِ نفسِها التي نعرفُ بها أن اللَّهبَ الأزرقَ لموقدِ البنزن أكثرُ سخونةً من لهبِ الشمعةِ الأصفرِ.

تركيبُ النجومِ

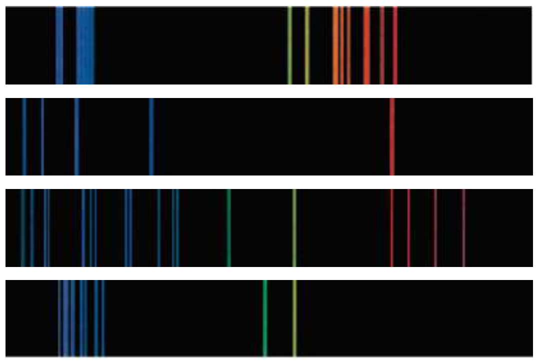
يتكوَّنُ النجمُ من عناصرَ مختلفة في الحالة الغازيَّة. وتكونُ طبقاتهُ الداخليَّةُ كثيفةً وساخنةً جداً. لكنَّ طبقاتِه الخارجيِّةَ (غلافَهُ الجويَّ)، تتكوَّنُ من غازاتٍ أقلَّ سخونةً. تمتصُّ بعضُ العناصرِ في الغلافِ الجويِّ للنجمِ بعضَ الضوءِ الذي يشعُّ منه. وبما أن العناصرَ المختلفةَ تمتصُ أطوالاً موجيَّةً مختلفةً من الضوء، فإنّ علماءَ الفلك يستطيعون معرفة العناصرِ التي يتكوَّنُ منها النجمُ بتحليلِ الضوءِ الصادرِ عنه.

ألوانُ الضوءِ

عندما تنظرُ إلى ضوءٍ أبيضَ من خلالِ منشورٍ زجاجيٍ، ترى حزمةً من الألوانِ كما في قوسِ المطرِ، تسمّى **الطيفَ المرئيَّ Visible spectrum**. يتكوَّنُ الطيفُ من ملايينَ من درجاتِ الألوانِ، كالأحمرِ، والبرتقاليِّ، والأصفرِ، والأخضرِ، والأزرقِ، والنيليِّ، والبنفسجي. الجسمُ الصلبُ الساخنُ –كالسلك المتوهجِ داخلَ المصباحِ الكهربائيِّ– يرسلُ **طيفاً مستمراً**. هذا الطيف يبيِّنُ كلَّ الألوانِ. ورغمَ ذلك، فإن طيفَ النجمِ يختلفُ عنه. يستخدمُ علماءُ الفلك جهازاً يسمى **السبكتروجراف** (المطياف) لتحليل ضوءِ النجمِ إلى طيف. يوفِّرُ الطيفُ لعلماءِ الفلك معلومات عن تركيب النجمِ ودرجةِ حرارته. لتفهمَ كيفيّةَ قراءةِ طيفِ النجمِ، فكِّرْ في شيءٍ مألوفٍ أكثر، مثل لافتةٍ مضاءةٍ بالنيون.

إعدادُ بطاقةِ تعريفٍ

المراكزُ التجاريَّةُ تستخدمُ لافتاتٍ مضاءةً بالنيون لجذبِ الزبائن. يتوهَّجُ الغازُ في لافتةِ النيون عندما يتدفَّقُ التيّارُ الكهربائيُّ عبرَ الغازِ. إذا نظرْتَ إلى اللافتةِ المضاءةِ عبرَ السبكتروجراف، لا ترى طيفاً مستمراً بل ترى **خطوطَ طيفِ الانبعاث**، وهي خطوطٌ تتشكَّلُ عندما ترُسِلُ غازاتٌ ساخنةٌ أطوالاً موجيَّةً معيَّنةً من الضوءِ، أو الألوانِ. وعندما يصدرُ الضوءُ من أحدِ العناصرِ تظهرُ بعضُ ألوانِ الطيفِ فقط، بينما تكونُ الألوانُ الأخرى كلُّها مفقودةً. كلُّ عنصرٍ له مجموعةٌ من خطوطِ طيفِ الانبعاثِ الساطعةِ ينفردُ بها. وخطوطُ طيفِ الانبعاثِ كأنَّها بصماتُ أصابعَ للعناصرِ. في **الشكل ٢** تستطيعُ أنْ ترى خطوطَ طيفِ الانبعاثِ لأربعةِ عناصر.



Ne (نيون)

H (هيدروجين)

He (هيليوم)

Na (صوديوم)

الشكل ٢ ينتجُ غازُ النيون مجموعةً فريدةً من خطوطِ طيفِ الانبعاثِ، كما تفعلُ عناصرُ الهيدروجين، والهيليوم، والصوديوم.

رابطُ مجتمع

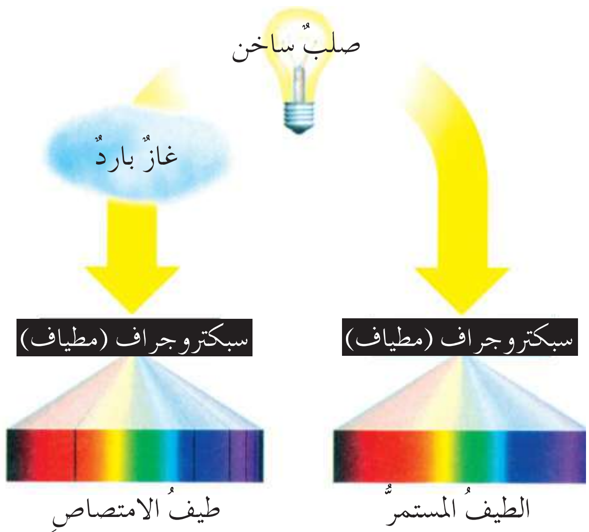
رفعُ بصماتِ أصابعِ السيّاراتِ

تستخدمُ الشرطةُ السبكتروجرافَ (المطياف) لرفعِ بصماتِ طلاءِ السيّاراتِ. يضعُ صانعو السيّاراتِ عناصرَ نادرةً في طلاءِ السيّاراتِ. لكلِّ طرازٍ من السياراتِ طلاءٌ خاصٌ، هو مجموعتُهُ الخاصَّةُ من العناصرِ النادرةِ. في بعضِ حوادثِ الاصطدامِ يلوذُ السائقُ بالفرارِ، لكنَّ الشرطةَ تستطيعُ أن تحدِّدَ طرازَ السيّارةِ من الأثرِ الذي يخلِّفُه طلاؤُها. إن استخدامَ السبكتروجراف (راسم الطيف) لتحديدِ السيّارةِ طريقةٌ من طرائقَ علميَّةٍ كثيرةٍ تستخدمُها الشرطةُ في الكشفِ عن الجرائمِ. الكشفُ عن الجرائمِ باستخدامِ معدّاتٍ وطرائقَ علميَّةٍ جزءٌ من علمٍ يُسمَّى العلمَ الجنائيَّ. اكتبْ فقرةً قصيرةً عن الطرائقِ العلميِّةِ الأخرى التي يستخدمُها علماءُ البحثِ الجنائيِّ للكشفِ عن الجرائمِ.

الطيفُ المرئيُّ: حزمةُ الألوانِ الناتجةُ من مرورِ الضوءِ الأبيضِ عبرَ منشورٍ.

تحرِّياتٌ فضائيَّةٌ

النجمُ يشبهُ عنصرَ النيونِ المشحونِ بالتيّارِ الكهربائيِّ، ومثلُه يُنتجُ طيفًا. لكنَّهما يختلفانِ في أن طيفَ العنصرِ المشحونِ كهربائيًّا يتكوَّنُ من خطوطِ طيفِ انبعاثٍ ساطعةٍ، في حين أن طيفَ النجمِ يتكوَّنُ من أطوالٍ موجيَّةٍ قاتمةٍ. لأنَّ الغلافَ الجوِّيَّ للنجمِ يمتصُّ بعضَ ألوانِ الضوءِ التي في الطيفِ، فيتسبَّبُ ذلك في ظهورِ خطوطٍ سوداءَ.



الشكل ٣ يبيِّنُ الطيفُ المستمرُّ (إلى اليمين) كلَّ الألوان، بينما يمتصُّ طيفُ الامتصاصِ (إلى اليسار) بعضَ الألوان. تظهرُ الخطوطُ السوداءُ في الطيفِ حيث تمَّ امتصاصُ الألوان.

تحديدُ العناصرِ باستخدامِ الخطوطِ القاتمةِ

يمتصُّ الغلافُ الجوِّيُّ للنجمِ ألوانَ الضوءِ بدلاً من أن يطلقَها، لذلك يُسمّى طيفُ النجمِ **طيفَ الامتصاصِ**. يَنتجُ طيفُ الامتصاصِ عندما يمرُّ الضوءُ الصادرُ من جسمٍ صلبٍ ساخنٍ أو من غازٍ كثيفٍ عبر غازٍ أبردَ وأقلَّ كثافةً. يمتصُّ الغازُ الأبردُ أجزاءً معيَّنةً من الطيفِ. لذلك تمثِّلُ الخطوطُ السوداءُ لطيفِ نجمٍ أجزاءَ الطيفِ التي امتصَّها الغلافُ الجويُّ. يقارنُ **الشكلُ ٣** بين طيفٍ مستمرٍ وطيفِ امتصاصٍ. بيِّنْ كيف يختلفُ طيفُ الامتصاصِ عن الطيفِ المستمرِّ.

يوضِّحُ نمطُ الخطوطِ في طيفِ الامتصاصِ لنجمٍ بعضَ عناصرِ الغلافِ الجوِّيِّ لهذا النجمِ. لو كان النجمُ مكوَّنًا من عنصرٍ واحدٍ، لاستطعْنا تحديدَ العنصرِ بسهولةٍ من طيفِ الامتصاصِ الخاصِّ به. لكنَّ النجمَ مزيجٌ من العناصرِ، وكلُّ المجموعاتِ المختلفةِ من خطوطِ الطيفِ الصادرةِ عن عناصرِ النجمِ تظهرُ معًا في طيفِه.

تحقَّقْ

ماذا يبيِّنُ طيفُ الامتصاصِ لنجمٍ؟

رابطُ علمِ الأحياءِ

الخلايا العصويَّةُ والخلايا المخروطيَّةُ والنجومُ

هل تساءلْتَ يومًا لماذا تصعبُ رؤيةُ ألوانِ النجومِ المختلفةِ؟ إن أعينَنا ليسَتْ حسَّاسةً للألوانِ عندما تكونُ مستوياتُ الضوءِ منخفضةً. يوجدُ نوعانِ من الخلايا الحسّاسةِ للضوءِ في العينِ: الخلايا العصويَّةُ والخلايا المخروطيَّةُ. ابحثْ في وظائفهما واكتبْ فقرةً تفسِّرُ: لماذا لا نستطيعُ رؤيةَ الألوانِ جيِّدًا في الضوءِ المنخفضِ؟

تصنيفُ النجومِ

في القرنِ التاسعَ عشرَ، بدأَ علماءُ الفلكِ بجمعِ أطيافِ نجومٍ كثيرةٍ وتصنيفِها. في البدايةِ خُصِّصَتْ حروفٌ لكلِّ نوعٍ من الأطيافِ. وصُنِّفَتِ النجومُ بحسبِ العناصرِ التي تتكوَّنُ منها. لاحقًا أدركَ العلماءُ أنَ النجومَ صُنِّفَتْ بترتيبٍ غيرِ صحيحٍ.

الفروقُ في درجةِ الحرارةِ

تُصنَّفُ النجومُ الآنَ بحسبِ درجةِ سخونتِها. يَنتجُ عن الفروقِ في درجاتِ الحرارةِ بينَ النجومِ فروقٌ في الألوانِ التي يمكنُنا رؤيتُها. نجومُ الصنفِ O الأصليِّ، مثلاً، تكونُ زرقاءَ، وهي النجومُ الأكثرُ سخونةً. انظرْ في **الجدول ١**. لاحظْ أن النجومَ مصنَّفةٌ بالترتيبِ من درجةِ الحرارةِ الأعلى إلى درجةِ الحرارةِ الأدنى.

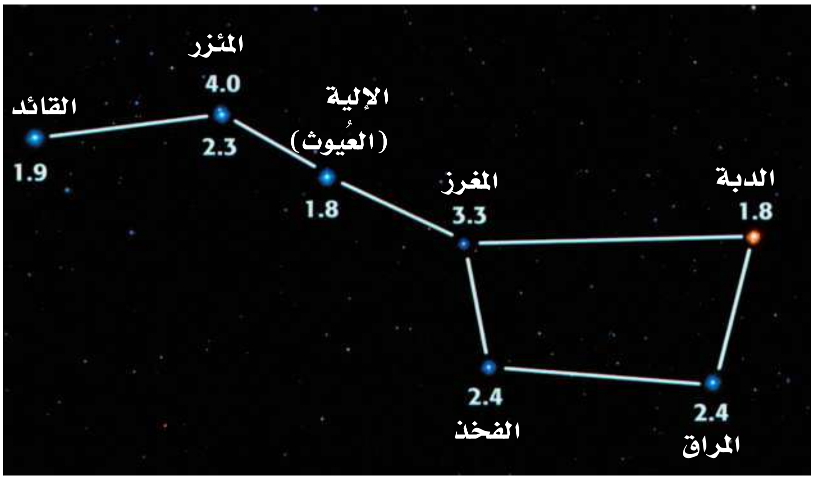
الجدولُ ١* أنواعُ النجوم

الصنف	اللون	درجةُ الحرارةِ السطحيَّةُ (°C)	العناصرُ الدالَّةُ	أمثلةٌ على النجومِ
O	أزرق	فوقَ ٣٠٠٠٠	هيليوم	١٠ لاسيرتا
B	أزرق-أبيض	١٠٠٠٠ – ٣٠٠٠٠	هيليوم وهيدروجين	ريغيل، سبايكا
A	أزرق-أبيض	٧٥٠٠ – ١٠٠٠٠	هيدروجين	فيغا، سيريوس
F	أصفر - أبيض	٦٠٠٠ – ٧٥٠٠	هيدروجين وعناصرُ أثقلُ	كانوبوس، بروساليون
G	أصفر	٥٠٠٠ – ٦٠٠٠	كالسيوم ومعادنُ أخرى	الشمس، كابيلا
K	برتقالي	٣٥٠٠ – ٥٠٠٠	كالسيوم وجزيئات	أركتوروس، ديباران
M	أحمر	أقلُّ من ٣٥٠٠	جزيئات	بيتلغيز، أنتاريس

* البياناتُ في الجدولِ هي للاطِّلاعِ والفهمِ والتحليل.

فروقٌ في قدرِ السطوعِ

وضعَ علماءُ الفلكِ الأوائلُ، مُستعينينَ بأعينهم فحسب، نظامًا لتصنيفِ النجوم، مبنيًّا على قدْرِ سطوعها. بقيت النجومُ الأكثرُ سطوعًا في السماءِ نجومَ **القدْرِ الأوَّلِ**، والنجومَ الأكثرَ خفوتًا نجومَ **القدْرِ السادسِ**. لكن عندما بدأ علماءُ الفلكِ باستخدامِ التلسكوبات، تمكَّنوا من رؤيةِ الكثيرِ من النجومِ الخافتةِ جدًّا التي لم يستطيعوا رؤيتَها من قبلُ. لكن عوضًا عن استبدالِ النظامِ القديمِ المبنيِّ على أساسِ قدْرِ السطوعِ، أضافوا إليه نظامَ الأعداد. وباتت الأعدادُ الموجبةُ تمثِّلُ النجومَ الأكثرَ خفوتًا، والأعدادُ السالبةُ تمثِّلُ النجومَ الأكثرَ سطوعًا. مثلاً، يستطيعُ علماءُ الفلكِ، من خلالِ استخدامِ التلسكوباتِ الضخمةِ، أن يَروا النجومَ الخافتةَ حتى قدْرِ السطوعِ ٢٩. النجمُ سيريوس، الأكثرُ سطوعًا في السماءِ ليلاً، له قدْرُ سطوعِ –١,٤. مجموعةُ نجومِ الدبِّ الأكبرِ الظاهرةُ في **الشكل ٤**، تشتملُ على نجومٍ ساطعةٍ ونجومٍ خافتةٍ.



الشكلُ ٤ يحتوي الدبُّ الأكبرُ على نجومٍ ساطعةٍ ونجومٍ خافتةٍ. ما هو قدْرُ سطوعِ النجمِ الأكثرِ سطوعًا في الدبِّ الأكبرِ؟

نشاطٌ منزليٌّ

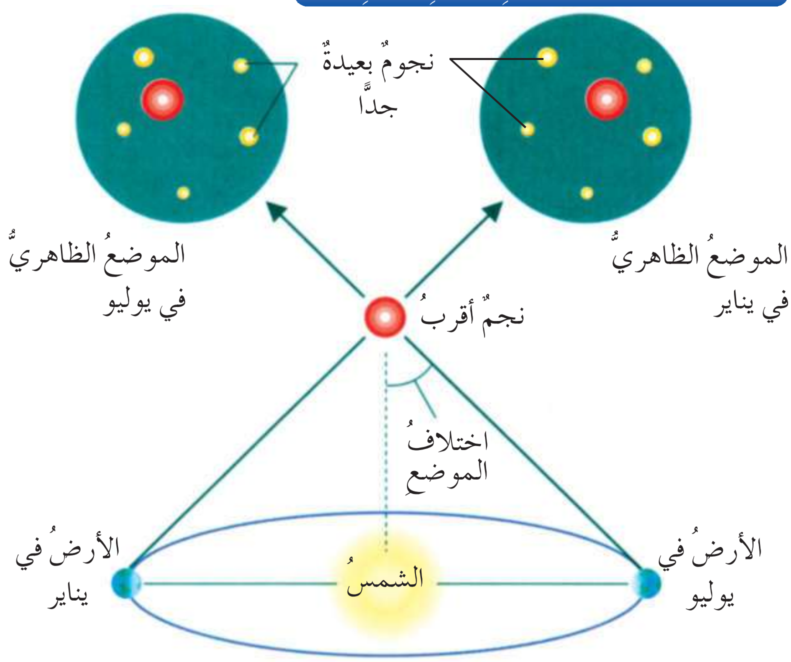
مراقبةُ النجومِ

إن الناظرَ إلى السماءِ ليلاً في المدينةِ لن يرى تلك الكثرةَ من النجومِ التي يراها الناظرُ في الريفِ. ابحثْ معَ أحدِ والديكَ أو شقيقكَ الأكبرِ، في سببِ صحّةِ هذا الأمرِ. حاولْ أن تجدَ مكانًا بالقربِ من منزلكَ يكونُ مثاليًّا لمراقبةِ النجومِ. إذا وجدتَ هذا المكانَ، حدِّدْ ليلةً لمراقبةِ النجومِ. دوِّنْ ما تراهُ في السماءِ تلك الليلةَ.

السنةُ الضوئيةُ: المسافةُ التي يقطعُها الضوءُ في الفراغ في سنةٍ واحدة.

اختلافُ الموضع: التغيُّرُ الظاهريُّ في موقع جسمٍ لدى النظرِ إليه من مواقعَ مختلفة.

الشكلُ ٥ قياسُ اختلافِ موضعِ النجمِ



المسافاتُ بينَ الأرضِ والنجوم

النجومُ بعيدةٌ جداً عنّا، لذلك يستخدمُ علماءُ الفلكِ السنينَ الضوئيَّةَ لقياسِ المسافاتِ التي تفصلُها عن الأرض. **السنةُ الضوئيةُ** Light-year هي المسافةُ التي يقطعُها الضوءُ في الفراغِ في سنةٍ واحدة. ويتبيَّنُ بوضوحٍ أنَّ المسافةَ بينَ الأرضِ ونجمِ الشمالِ بمقياسِ ٤٣١ سنةً ضوئيّةً أسهلُ من ٠٠٠ ٠٠٠ ٠٠٠ ٠٠٠ ٠٨٠ ٤ كم. لكن كيفَ يقيسُ علماءُ الفلكِ بُعدَ نجمٍ معيَّنٍ عن الأرض؟

تبدو النجومُ القريبةُ من الأرضِ وكأنَّها تتحرَّكُ، بينَما تبدو النجومُ الأبعدُ كأنها ثابتةٌ في مكانٍ واحدٍ خلالَ دورانِ الأرضِ حولَ الشمس، كما يظهرُ في **الشكل ٥**. التغيُّرُ الظاهريُّ في موقعِ النجمِ يُسمّى **اختلافَ الموضع** Parallax. لاحظْ أنَّ موقعَ النجمِ الأقربِ في **الشكل ٥** يبدو كأنَّهُ تغيَّرَ بالنسبةِ إلى نمطِ النجومِ الأبعد. يمكنُ رؤيةُ هذا التغيُّرِ بواسطةِ التلسكوباتِ فقط. يستخدمُ علماءُ الفلكِ اختلافَ الموضعِ ومبادئَ بسيطةً في علمِ حسابِ المثلَّثاتِ (فرعٌ من الرياضيات) لإيجادِ المسافةِ الحقيقيَّةِ للنجومِ القريبةِ من الأرض.

مختبرٌ سريعٌ

ليسَ كلُّ الإبهام!

١. ارفعْ إبهامَكَ أمامَ وجهِك وأبعدْهُ مسافةَ ذراعِك.

٢. أغمضْ إحدى عينَيْكَ، وركِّزْ نظرَكَ في **شيءٍ** يبعدُ مسافةً معيَّنةً خلفَ إبهامِكَ.

٣. ببطءٍ حرِّكْ رأسَكَ قليلاً من اليمينِ إلى الشمال. لاحظْ أنَّ إبهامَكَ يبدو كأنّهُ يتحرَّكُ مقارنةً بالخلفيَّةِ التي تنظرُ إليها.

٤. الآنَ، قرِّبْ إبهامَكَ من وجهِك، وحرِّكْ رأسَكَ قليلاً أيضًا. هل يبدو إبهامُكَ كأنه يتحرَّكُ أكثرَ؟

تحقَّقْ

ما السنةُ الضوئيَّةُ؟

ملخَّصٌ

- يعتمدُ لونُ النجمِ على درجةِ حرارته. النجومُ الزَّرقاءُ أعلى في درجةِ حرارتِها من النَّجومِ الحمراءِ.
- يبيِّنُ طيفُ النجمِ تركيبَ النجمِ.
- يصنِّفُ العلماءُ النجومَ بحسبِ درجةِ الحرارةِ والسطوعِ.
- يستخدمُ علماءُ الفلكِ اختلافَ الموضعِ وعلمَ حسابِ المثلَّثاتِ لقياسِ المسافاتِ بينَ الأَرضِ والنجومِ.

مراجعةُ المفرداتِ والمفاهيمِ

١. استخدمْ كُلَّ مصطلحٍ من المصطلحاتِ التاليةِ في جملةٍ مستقلَّةٍ: **الطيفَ المرئيَّ، السنةَ الضوئيَّةَ، اختلافَ الموضعِ**.

استيعابُ الأفكارِ الرئيسةِ

٢. عندما تنظرُ إلى الضوءِ الأبيضِ عبرَ موشورٍ زجاجيٍّ، ترى قوسَ قزحٍ من الألوانِ يُسمّى:
أ. السبكتروجراف (المطياف).
ب. الطيفَ المرئيّ.
ج. اختلافَ الموضعِ.
د. السنةَ الضوئيّةَ.

٣. أيُّ النجومِ التاليةِ أعلى حرارة؟
أ. الزرقاء.
ب. الصفراء.
ج. الصفراءُ–البيضاء.
د. الحمراء.

٤. صفْ كيفَ يصنِّفُ العلماءُ النجومَ.

٥. بيِّنْ كيفَ يشيرُ اللونُ إلى درجةِ حرارةِ النجمِ.

تفكيرٌ ناقدٌ

٦. **تطبيقُ المفاهيمِ**: إذا أظهرَ نجمٌ معيَّنٌ اختلافًا كبيرًا لموضعٍ، فماذا تقولُ عن بُعدِ هذا النجمِ عن الأرضِ؟

٧. **مقارنةٌ**: قارنْ بينَ الطيفِ المستمرِّ وطيفِ الامتصاصِ. ثم وضِّحْ كيفَ يمكنُ لطيفِ الامتصاصِ أن يحدِّدَ تركيبَ النجمِ.

القسمُ
٢

دورةُ حياةِ النجومِ

مؤشّراتُ الأداء

- يصفُ أنواعًا مختلفةً من النجوم.

المفرداتُ والمفاهيم

العملاقُ الأحمرُ
القزمُ الأبيضُ
المُتجدِّدُ الأعظمُ
النجمُ النيوترونيُّ
النبّاضُ الإشعاعيُّ
الثقبُ الأسودُ

استراتيجيّةُ القراءة

تلخيصٌ ثنائيٌّ: اقرأْ هذا الفصلَ قراءةً نشطةً. ثم اخترْ زميلاً، وتناوبا على تلخيصِ المادّة. ناقشْ معَ زميلِكَ الأفكارَ التي تبدو غيرَ واضحة.

تستمرُّ بعضُ النجومِ ملياراتِ السنينَ. لكنْ كيف تتكوَّنُ؟ وماذا يحدثُ عندما يتلاشى النجمُ؟

لا يستطيعُ العلماءُ مراقبةَ نجمٍ طوالَ حياتِه، لأنَّ النجومَ تستمرُّ ملياراتِ السنينَ. لذلك طوَّرَ العلماءُ نظرياتٍ عن دورةِ حياةِ النجومِ من خلالِ دراستِهم لها في مراحلَ مختلفةٍ من نموِّها.

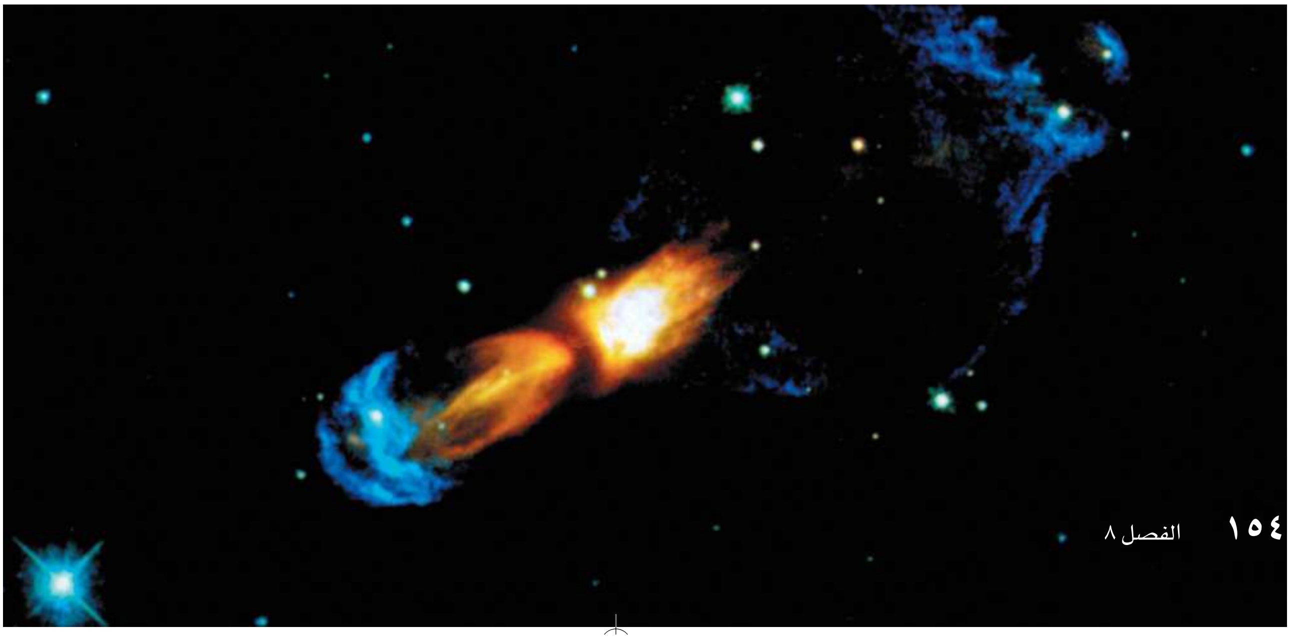
بدايةُ النجومِ ونهايتُها

يدخلُ النجمُ المرحلةَ الأولى من دورةِ حياتِه ككرةٍ من الغازِ والغبارِ. تجمِّعُ الجاذبيةُ الغازَ والغبارَ في جسمٍ كرويٍّ كبيرٍ. وعندما يصبحُ هذا الجسمُ الكرويُّ أكثرَ كثافةً، يصبحُ أكثرَ سخونةً، ويتحوَّلُ الهيدروجينُ فيه إلى هيليومٍ في عمليَّةٍ تُسمّى الاندماجَ النوويَّ.

تفقدُ النجومُ بعضًا من موادِّها وهي تشيخُ. والنجومُ عادةً تفقدُ موادَّها ببطءٍ، لكنَّها في بعضِ الأحيانِ تفقدُ هذه الموادَّ في انفجارٍ كبيرٍ. وفي كلتا الحالتينِ، يعودُ الكثيرُ من موادِّ النجمِ إلى الفضاءِ عندما يتلاشى. وتتّحدُ بعضُ هذه الموادِ في الفضاءِ مع المزيدِ من الغازِ والغبارِ لتكوينِ نجومٍ جديدةٍ.

الأنواعُ المختلفةُ من النجومِ

تُصنَّفُ النجومُ بحسبِ حجومِها، وكتلِها، وسطوعِها، وألوانِها، ودرجاتِ حرارتِها، وأطيافِها، وأعمارِها. بعضُ أنواعِ النجومِ تشتملُ على نجومِ **المتواليةِ الرئيسةِ، والنجومِ العملاقةِ، والنجومِ الفائقةِ، والنجومِ القزمةِ البيضاءِ**. يُصنَّفُ النجمُ في فئةٍ من النجومِ في المرحلةِ المبكرةِ من دورةِ حياتِه، ويمكنُ أنْ يُصنَّفَ في فئةٍ أخرى، عندما يكبرُ في العمرِ. النجمُ المُبيَّنُ في **الشكلِ ١** بلغَ المرحلةَ الأخيرةَ من دورةِ حياتِه. لقد نفَدَ وقودُهُ، مما تسبَّبَ في تداعي أجزائِه المركزيَّةِ إلى الداخلِ.



الشكلُ ١ دخلَ هذا النجمُ الذي في الوسطِ المرحلةَ الأخيرةَ من دورةِ حياتِه.

نجومُ المتوالية الرئيسة

بعد أن يتكوَّن النجمُ، يدخلُ المرحلةَ الثانيةَ والأطولَ من دورة حياته والمعروفةَ بالمتوالية الرئيسة. تشهدُ هذه المرحلةُ تولُّد الطاقة في لبِّ النجم خلالَ اندماجِ ذرّات الهيدروجين، لتكوِّنَ ذرّات هيليوم. تُطلِقُ هذه العمليَّةُ كمّيَّةً هائلةً من الطاقة. ويتغيَّرُ حجمُ نجم المتوالية الرئيسة تغيرًا طفيفًا، مادامَ لديه تغذيةٌ مستمرَّةٌ من ذرّاتِ الهيدروجينِ التي تندمجُ لتُصبحَ ذرّاتِ هيليومٍ.

النجومُ العملاقةُ والنجومُ الفائقةُ
Giants and super giants

بعدَ مرحلةِ المتوالية الرئيسة، يدخلُ النجمُ المرحلةَ الثالثةَ من دورة حياته. يصبحُ النجمُ عملاقًا أحمرَ. **العملاقُ الأحمرُ** Red giant هو النجمُ الذي يتمدَّدُ ويبردُ متى استنفدَ كلَّ هيدروجينه. في النهاية، يتسبَّبُ فقدُ الهيدروجين في تقلّص مركزِ النجم. وفيما يتقلَّصُ مركزُ النجم، يكبرُ غلافُهُ الجويُّ كثيرًا ويبردُ، ليكوِّنَ عملاقًا أحمرَ، أو نجمًا فائقًا أحمرَ، كما في **الشكل ٢**. يمكنُ للعمالقة الحمراء أن تكونَ أكبرَ من الشمسِ بعشرِ مرّاتٍ أو أكثرَ. أما النجومُ الفائقةُ فهي أكبرُ من الشمسِ بمئةِ مرَّةٍ على الأقلِّ.

الأقزامُ البيضاءُ White dwarf

في المراحل النهائيَّةِ لدورة حياة النجم، يصنَّفُ النجمُ الذي لديه نفسُ كتلةِ الشمس، أو كتلةُ أصغرُ، كقزمٍ أبيضَ. **القزمُ الأبيضُ** White dwarf نجمٌ صغيرٌ ساخنٌ، وهو المركزُ المتبقِّي من نجمٍ أقدمَ. ليس لدى القزم الأبيضِ بقيّةٌ من الهيدروجين، لذلك لا يمكنُهُ توليدُ الطاقة عبر اندماجِ ذرّاتِ الهيدروجينِ لتكوينِ ذرّاتِ هيليوم. ويمكنُ للأقزامِ البيضاءِ أن تشعَّ لملياراتِ السنينَ قبل أن تبردَ كليًّا.



الشكل ٢ يظهرُ في هذه الصورة النجمُ الفائقُ الأحمرُ أنتاريس. يقعُ أنتاريس في كوكبةِ العقربِ.

العملاقُ الأحمرُ: نجمٌ كبيرٌ مائلٌ إلى الحمرة في مرحلة متأخِّرة من دورة حياته.

القزمُ الأبيضُ: نجمٌ صغيرٌ ساخنٌ وخافتٌ، وهو المركزُ المتبقّي من نجمٍ قديمٍ.

تحقّقْ

ما الفرقُ بين نجم عملاقٍ أحمرَ ونجم فائقٍ أحمرَ؟

رابطُ علمِ الفلكِ

فلتدم الشمسُ طويلا استغرقَتْ شمسُنا على الأرجح نحوَ ١٠ ملايينَ سنة لتصبحَ نجمًا من نجوم المتوالية الرئيسة. وهي لا تزالُ تشعُّ منذ حوالي ٥ مليارات سنة. وبعد ٥ مليارات سنة أخرى، ستحرقُ شمسُنا معظمَ هيدروجينها وتتمدَّدُ لتصبح عملاقًا أحمرَ. عندمَا يحدثُ هذا التغيُّرُ، يزدادُ قطرُ الشمسِ. كيف سيؤثرُ هذا التغيُّرُ على الأرض، وعلى مجموعتنا الشمسيَّة؟ استخدم الشبكةَ المعلوماتيَّةَ (الإنترنت) أو المكتبةَ، لتكتشفَ ما قد يحدثُ والشمسُ تشيخُ، وكيف تؤثِّرُ التغيُّراتُ في الشمس على مجموعتنا الشمسيَّة. اجمعْ نتائجَ بحثكَ، واكتبْ تقريرًا عمّا تكتشفُهُ عن دورة حياة الشمسِ.

عندما تشيخُ النجومُ When stars get old

صحيحٌ أن النجومَ قد تبقى زمنًا طويلاً على المتواليةِ الرئيسة، لكنها لن تبقى هناك إلى مالا نهاية. فالنجومُ المتوسِّطة، الشمسُ مثلاً، تُصبحُ نجومًا عملاقةً حمراء، ثم أقزامًا بيضاء. مع ذلك فإن النجومَ الأكثرَ ضخامةً من الشمسِ قد تنفجرُ بشدَّة، بحيث تتحوَّلُ إلى مجموعةٍ منوَّعةٍ من الأجسامِ الغريبةِ كالمتجدداتِ العظمى، والنجومِ النيوترونيَّة، والنبّاضاتِ الإشعاعيّة، والثقوبِ السوداء.

المتجدِّداتُ العظمى Supernovas

تستنفدُ النجومُ الضخمةُ هيدروجينَها بسرعةٍ أكبرَ من نجومٍ مثلِ الشمس. نتيجةً لذلك، تولِّدُ النجومُ الضخمةُ طاقةً أكثرَ ممّا تولِّدُهُ نجومٌ مثلُ الشمس. فهي إذن ساخنةٌ جدًّا! والنجومُ الضخمةُ، بالمقارنةِ مع النجومِ الأخرى، لا تُعمِّرُ طويلاً.

قد ينفجرُ النجمُ الضخمُ في نهايةِ حياته، مع وميضٍ كبيرٍ ساطعٍ يُسمّى المتجدِّدَ الأعظم. **المتجدِّدُ الأعظمُ** Supernova انفجارٌ هائلٌ ينهارُ فيه النجمُ الضخمُ ويرمي بطبقاتِه الخارجيَّةِ في الفضاء. هذا الانفجارُ على درجةٍ من القوَّةِ بحيث يكونُ أكثرَ سطوعًا من مجرَّةٍ برمَّتِها لعدَّةِ أيّام. أما التركيبُ الحلقيُّ المبيَّنُ في **الشكلِ ٣** فهو نتيجةُ متجدِّدٍ أعظم.

النجومُ النيوترونيّةُ والنبّاضاتُ الإشعاعيَّةُ

في أعقابِ المتجدِّدِ الأعظم، يتقلَّصُ مركزُ النجمِ المتداعي ليكوِّنَ نجمًا جديدًا. تعادلُ كتلةُ هذا النجمِ الجديدِ نحو ضعفَيْ كتلةِ الشمس. تُدفعُ الجسيماتُ داخلَ لبِّ النجمِ إلى التلاحمِ لتكوِّنَ نيوترونات. والنجمُ الذي تداعى بفعلِ الجاذبيَّةِ إلى حدٍّ جعلَ كلَّ جسيماتِه نيوترونات يُسمّى **النجمَ النيوترونيَّ** Neutron star.

إذا كانَ النجمُ النيوترونيُّ دوَّاميًّا، يُسمّى **النبّاضَ الإشعاعيَّ** Pulsar. والنبّاضُ الإشعاعيُّ يُرسلُ حُزمةً من الإشعاعِ تجتاحُ الفضاء. وتُكتَشفُ حزمةُ الإشعاعِ على الأرضِ بواسطةِ التلسكوباتِ الراديويَّةِ بشكلِ نبضاتٍ سريعة.

المتجدِّدُ الأعظمُ: انفجارٌ هائلٌ يؤدّي إلى تداعي نجمٍ ضخمِ الكتلة، ويرمي بطبقاتِه الخارجيَّةِ في الفضاء.

النجمُ النيوترونيُّ: نجمٌ تداعى بفعلِ الجاذبيّةِ إلى حدِّ أنه دفعَ بالإلكتروناتِ والبروتوناتِ إلى التلاحمِ لتكوِّنَ نيوترونات.

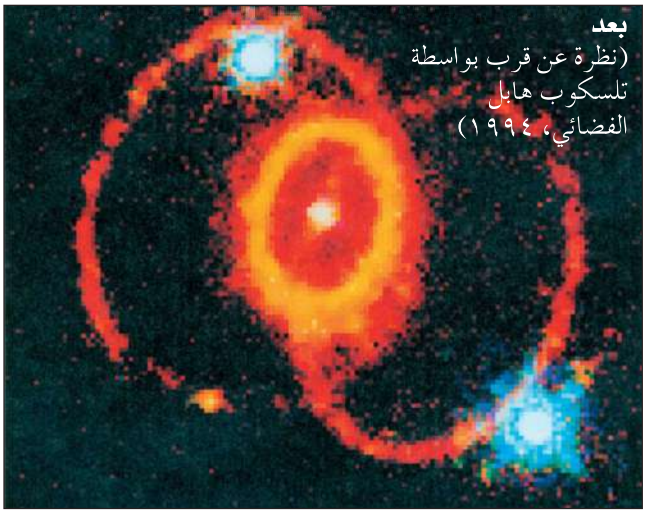
النبّاضُ الإشعاعيُّ: نجمٌ نيوترونيٌّ دوّاميٌّ سريعُ الدوران، يُطلقُ نَبَضاتٍ سريعةً من الطاقةِ الراديويّةِ والضوئيّة.

الشكلُ ٣ انفجارُ المتجدِّدِ الأعظم

كانَ المتجدِّدُ الأعظمُ 1987A أولَّ متجدِّدٍ أعظمَ يُرى بالعينِ المجرَّدةِ منذ ٤٠٠ سنة. تُبيِّنُ الصورةُ الأولى كيفَ كانَ يُفترضُ أن يبدوَ النجمُ الأصليُّ قبلَ بضعِ ساعاتٍ فقط من الانفجار. اليومَ تكوِّنُ بقايا النجمِ حلقةً مزدوجةً من الغازِ والغبار، كما يظهرُ في الصورةِ السفلى.







الثقوبُ السوداءُ Black holes

إذا كانَ لمركزِ النجمِ المتداعي كتلةٌ تبلغُ ثلاثةَ أمثالِ كتلةِ الشمس، فالنجمُ قد يتقلَّصُ أكثرَ بسببِ قوةِ جاذبيتِه. تحطِّمُ قوَّةُ التقلُّصِ مركزَ النجمِ الكثيفِ وتتركُ مكانَهُ ثقبًا أسودَ. **الثقبُ الأسودُ Black hole** ضخمٌ إلى حدٍّ لا يستطيعُ الضوءُ الإفلاتَ من جاذبيتِه.

يصعبُ تحديدُ مواقعِ الثقوبِ السوداءِ لأنها لا تصدرُ ضوءًا. لكن إذا كانَ هناكَ نجمٌ قريبٌ، فإن بعضَ غازِه وغبارِه يدخلُ في الثقبِ الأسودِ بمسارٍ لولبيٍّ، ويصدرُ أشعةَ X. تسمحُ أشعّةُ X لعلماءِ الفلكِ باكتشافِ وجودِ الثقوبِ السوداءِ.

الثقبُ الأسودُ: جسمٌ عظيمُ الكتلةِ وكثيفٌ إلى درجةٍ يعجزُ معها حتى الضوءُ عن الإفلاتِ من جاذبيتِه.

تحقَّقْ

ما الثقبُ الأسودُ؟ كيف يكتشفُ علماءُ الفلكِ وجودَ الثقوبِ السوداءِ؟

مُراجعةُ القسمِ

ملخص

- تتكوَّنُ النجومُ الجديدةُ من موادِّ النجومِ القديمةِ التي أكملَتْ دورةَ حياتِها.
- تتضمنُ أنواعُ النجومِ نجومَ المتواليةِ الرئيسةِ والنجومَ العملاقةَ والنجومَ الفائقةَ وأقزامَ النجومِ البيضاءَ.
- تنتمي معظمُ النجومِ إلى نجومِ المتواليةِ الرئيسةِ.
- تصبحُ النجومُ الضخمةُ متجدِّداتٍ عظمى. يمكنُ للبِّ هذه النجومِ أن يتحوَّلَ إلى نجومٍ نيوترونيَّةٍ أو إلى ثقوبٍ سوداءَ.

مراجعةُ المفرداتِ والمفاهيمِ

ما الفرقُ بين مفردتَيْ كلِّ سؤالٍ:

١. القزمُ الأبيضُ والعملاقُ الأحمرُ؟
٢. المتجدِّدُ الأعظمُ والنجمُ النيوتروني؟
٣. النبّاضُ الإشعاعيُ والثقبُ الأسودُ؟

استيعابُ الأفكارِ الرئيسةِ

٤. يبدأُ النجمُ ككريّةٍ من الغازِ والغبارِ المتماسكِ بفعلِ:
أ. الثقوبِ السوداءِ.
ب. الإلكتروناتِ والبروتوناتِ.
ج. المعادنِ الثقيلةِ.
د. الجاذبيّةِ.

٥. رتِّبِ المراحلَ التاليةَ بحسبِ ترتيبِ ظهورِها في دورةِ حياةِ النجمِ: قزمٌ أبيضُ، عملاقٌ أحمرُ، نجمٌ على المتواليةِ الرئيسةِ. علِّلْ إجابتَك.

تفكيرٌ ناقدٌ

٦. **تطبيقُ المفاهيمِ**: ما دامَتِ النجومُ ذاتَ الكتلةِ الصغيرةِ في الكونِ أكثرَ من النجومِ ذاتِ الكتلةِ الكبيرةِ، فهل تعتقدُ أنَّ في الكونِ أقزامًا بيضاءَ أكثرَ مما فيه من ثقوبٍ سوداءَ؟ وضِّحْ ذلك.

٧. **تحليلُ العمليّاتِ**: صِفْ ما يحدثُ للنجمِ بعد أن يصبحَ متجدِّدًا أعظمَ.

القسم
٣

المجرّات Galaxies

إن عنوانَك الكاملَ جزءٌ من نظامٍ أكبرَ بكثيرٍ من شارعِك ومدينتِك، ومحافظتِك وبلدِك، بل أكبرُ حتى من كوكبِ الأرضِ. أنت تعيشُ في مجرَّةِ دربِ التّبّانَة أيضاً.

تُسمّى المجموعاتُ الكبرى المكوّنةُ من آلافِ الملايينِ من النجومِ، والغبارِ والغازِ **المجرّات** Galaxies. المجرّاتُ موجودةٌ بحجومٍ وأشكالٍ مختلفةٍ. أكبرُ هذه المجرّاتِ تحتوي على أكثرَ من تريليون نجمٍ. بالطبعِ لا يحصي علماءُ الفلكِ النجومَ، بل يقدرون كم نجماً بحجمِ الشمسِ يمكنُ أن تستوعبَ المجرَّةُ، من خلالِ دراسةِ حجمِها وسطوعِها.

مؤشِّراتُ الأداءِ

- يحدِّدُ ثلاثةَ أنواعٍ من المجرّاتِ.

المفرداتُ والمفاهيمُ

المجرَّة

استراتيجيّةُ القراءةِ

منظِّمُ القراءةِ: ضعْ في أثناءِ قراءتِك لهذا القسمِ، جدولاً يقارنُ بينَ أنواعِ المجرّاتِ المختلفةِ.

المجرَّةُ: مجموعةٌ من النجومِ والغبارِ والغازِ تربطُ الجاذبيّةُ فيما بينَها.

أنواعُ المجرّات Types of Galaxies

يوجد أنواعٌ مختلفةٌ كثيرةٌ من المجرّاتِ. كانَ أدوين هابل، عالمُ الفلكِ الذي سمِّي باسمِه تلسكوبُ هابل الفضائيُّ، أوّلَ من صنَّفَ المجرّاتِ في عشرينيّاتِ القرنِ الماضي، وغالباً بحسبِ أشكالِها. ولايزالُ علماءُ الفلكِ يستخدمون تصنيفَ المجرّاتِ الذي طوَّره هابل.

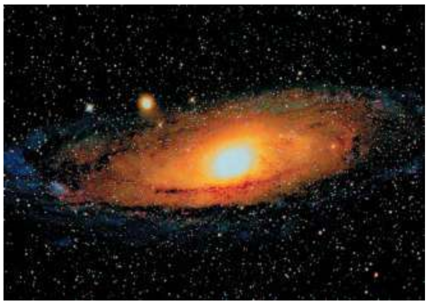
المجرّاتُ الحلزونيَّةُ Spiral Galaxies

عندما يلفظُ أحدُهم كلمةَ مجرّة، فإن معظمَ الناسِ، على الأرجحِ، يفكِّرون في المجرَّةِ الحلزونيّةِ. والمجرّاتُ الحلزونيّةُ، كهذهِ المبيَّنةِ في **الشكلِ ١**، لها انتفاخٌ في الوسطِ وأذرعٌ حلزونيّةٌ. تتكوَّنُ الأذرعُ الحلزونيَّةُ من الغازِ والغبارِ، ونجومٍ جديدةٍ تكوَّنتْ في هذه المناطقِ من غازٍ وغبارٍ أكثرَ كثافةً.

تحقّق

اذكرْ ميزتَيْن للمجرّاتِ الحلزونيّةِ. واذكرْ ما تتكوَّنُ منه أذرعُ المجرَّةِ الحلزونيّةِ.

الشكل ١ أنواعُ المجرّاتِ



▲ **المجرَّةُ الحلزونيّةُ**
مجرَّةُ أندروميدا مجرَّةٌ حلزونيَّةٌ تبدو شبيهةً بمجرَّتنا، دربِ التبانة، كما نتصوَّرُها.



▲ **المجرَّةُ البيضويّةُ**
بخلافِ دربِ التَّبانة، ليسَ لدى المجرَّةِ المعروفةِ باسمِ M87 أذرعٌ حلزونيَّةٌ.



▲ **المجرَّةُ غيرُ المنتظمةِ**
تقعُ سحابةُ ماجلاّنَ الكبرى، وهي مجرَّةٌ غيرُ منتظمةٍ، بجوارِ مجرَّتنا (دربِ التَّبانة).

دربُ التَّبانةِ The Milky Way

من الصعبِ معرفةُ نوعِ المجرَّةِ التي نعيشُ فيها، لأنَّ الغازَ والغبارَ والنجومَ تحولُ دونَ حصولِ علماءِ الفلكِ على رؤيةٍ جيدةٍ لمجرتِنا. إنَّ مراقبةَ المجرّاتِ الأخرى وإجراءَ قياساتٍ داخلَ مجرتِنا، دربِ التَّبانةِ، قادا علماءَ الفلكِ إلى الاعتقادِ بأنَّ مجموعتَنا الشمسيَّةَ تقعُ في مجرةٍ حلزونيَّةٍ. العناصرُ، والقوى، والطاقةُ الموجودةُ في مجرةِ دربِ التبانةِ، هي نفسُها تبدو موجودةً في أنواعٍ أخرى من المجرّاتِ.

المجرَّاتُ البيضويَّةُ (الإهليلجيَّةُ) Elliptical Galaxies

إنَّ حواليْ ثلثِ المجرَّاتِ مجردُ سحبٍ غازيَّةٍ ضخمةٍ مكوَّنةٍ من النجومِ. والكثيرُ منها تبدو كأجسامٍ كرويَّةٍ، والأخرى أكثرُ تمدُّداً. تُسمَّى هذه **المجرَّاتُ البيضويَّةُ**. للمجرَّاتِ البيضويَّةِ، عادةً، مراكزُ شديدةُ السطوعِ، والقليلُ القليلُ من الغبارِ والغازِ. تحتوي المجرّاتُ البيضويَّةُ في الأغلبِ على نجومٍ قديمةٍ. بعضُ المجرَّاتِ البيضويَّةِ، مثل M87، الظاهرة في **الشكل ١**، مجرّاتٌ ضخمةٌ، وتُسمّى مجرّاتٍ بيضويَّةً عملاقةً. أما المجرَّاتُ البيضويَّةُ الأخرى فهي أصغرُ بكثيرٍ، وتُسمّى المجرَّاتِ البيضويَّةَ القزمةَ.

المجرَّاتُ غيرُ المنتظمةِ Irregular Galaxies

المجرَّاتُ غيرُ المنتظمةِ مجرّاتٌ لا تتوافقُ مواصفاتُها مع مواصفاتِ أيِّ فئةٍ في تصنيفِ هابل، وكما يوحي اسمُها فهي مجرّاتٌ ليسَ لها شكلٌ محدّدٌ. والكثيرُ من هذه المجرّاتِ، كسحابةِ ماجلاّن الكبرى الظاهرةِ في **الشكل ١**، مجرّاتٌ قريبةٌ من المجرّاتِ الحلزونيَّةِ الكبيرةِ. وربما كانتْ المجرّاتُ الحلزونيَّةُ الكبيرةُ تشوهُ شكلَ هذه المجرّاتِ غيرِ المنتظمةِ.

رابطُ فنون لغويَّة

المراقبُ الغريبُ: قرأتَ سابقًا أن من الصعبِ التكهُّنَ بنوعِ المجرَّةِ التي نعيشُ فيها، بسبب الغازِ، والغبارِ، والنجومِ التي تمنعُنا من الحصولِ على رؤيةٍ جيِّدةٍ لها، لكن مجرَّتَنا قد تبدو مختلفةً لمُراقبٍ غريبٍ. اكتبْ قصةً قصيرةً تصفُ فيها كيف ستبدو مجرَّتُنا لمراقبٍ غريبٍ يعيشُ في مجرَّةٍ أخرى.

مُراجعةُ القسمِ

ملخَّص

- صنَّفَ أدوين هابل المجرَّاتِ بحسبِ شكلها، بما فيها المجرَّاتُ الحلزونيَّةُ، والبيضويَّةُ، وغيرُ المنتظمةِ.

مراجعةُ المفرداتِ والمفاهيمِ

١. استخدمْ مصطلحَ **المجرّة** في جملةٍ.

استيعابُ الأفكارِ الرئيسةِ

٢. قارنْ بينَ المجرّاتِ الحلزونيَّةِ والبيضويَّةِ وغيرِ المنتظمةِ.

٣. كلُّ الأشكالِ التاليةِ تُستخدمُ لتصنيفِ المجرَّاتِ **ما عدا**:

أ. البيضوي. ج. الحلزوني.
ب. غيرُ المنتظمِ. د. المثلَّثي.

تفكيرٌ ناقدٌ

٤. **تحديدُ العلاقاتِ**: علِّلْ تسميةَ بعضِ المجرّاتِ بغيرِ المنتظمةِ.

مُراجَعَةُ الْفَصلِ



مراجعةُ المُفرداتِ والمفاهيمِ

الأقوالُ الآتيةُ خطأ. ضعْ في كلٍّ منها بديلاً للمصطلحِ الذي تحتَه خطٌّ.

١. المجرَّاتُ ذاتُ المراكزِ الساطعةِ جداً والقليلِ القليلِ من الغبارِ والغازِ تُسمَّى <u>المجرَّاتِ الحلزونيَّةَ</u>.

٢. عندما تنظرُ إلى ضوءٍ أبيضَ عبرَ منشورٍ زجاجيٍّ، ترى قوسَ قزحٍ من الألوانِ يُسمَّى <u>المتجدِّدَ الأعظمَ</u>.

استيعابُ الأفكارِ الرئيسةِ

اختيارٌ من متعدِّدٍ

٣. يمكنُ للعالِمِ أن يحدِّدَ تركيبَ النجمِ عبرَ دراسةِ:

أ. حجمِه.

ب. طيفِه المستمرِّ.

ج. طيفِ امتصاصِه.

د. سطوعِه.

٤. أيٌّ منَ الآتي يُستخدَمُ لقياسِ المسافةِ بينَ الأجرامِ في الفضاءِ:

أ. اختلافُ الموضعِ؟

ب. قدْرُ السطوعِ؟

ج. الأوجُ؟

د. الارتفاعُ؟

إجابةٌ قصيرةٌ

٥. صفْ كيفَ يصنِّفُ العلماءُ النجومَ.

٦. كيفَ يشيرُ لونُ النجمِ إلى درجةِ حرارتِه؟

تفكيرٌ ناقدٌ

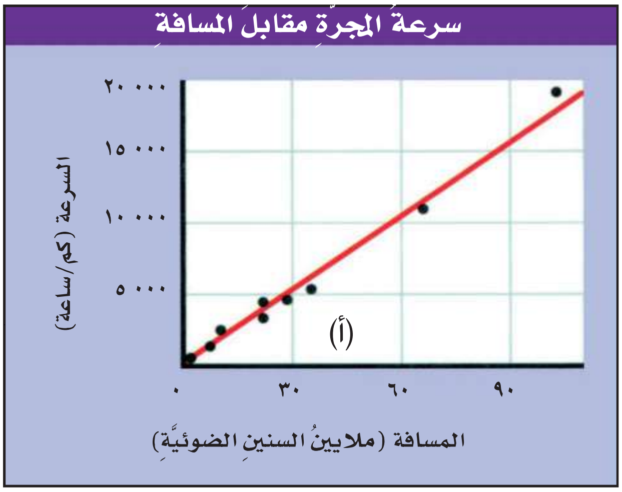
٧. خريطةُ المفاهيمِ: استخدمِ المصطلحاتِ التاليةَ لوضعِ خريطةِ مفاهيمَ: نجمَ المتواليةِ الرئيسةِ، العملاقَ الأحمرَ، القزمَ الأبيضَ، النجمَ النيوترونيَّ، الثقبَ الأسودَ، المتجدِّدَ الأعظمَ.

٨. مقارنةٌ: ما الفروقُ بينَ نجومِ المتواليةِ الرئيسةِ، والنجومِ العملاقةِ، والنجومِ الفائقةِ، والأقزامِ البيضاءِ؟

٩. **تقويمُ البياناتِ:** إذا أظهرَ نجمٌ معيَّنٌ اختلافاً كبيراً في الموضعِ، فماذا تقولُ حولَ بُعدِه عن الأرضِ؟

تفسيرُ الأشكالِ التخطيطيَّة

يعبِّرُ الرسمُ البيانيُّ الآتي عن قانونِ هابل، الذي يفسِّرُ العلاقةَ بينَ بُعْدِ المجرَّاتِ عن الأرض وسرعةِ ابتعادِها عنها. استخدمْ هذا الرسمَ البيانيَّ للإجابةِ عن الأسئلةِ التي تليه.







١٠. انظرْ إلى النقطةِ التي تمثِّلُ المجرَّةَ (أ) في الرسمِ البيانيِّ. كم تبعدُ هذهِ المجرَّةُ عن الأرضِ؟ وكم تبلغُ سرعةُ ابتعادِها عنها؟

١١. إذا رأيْتَ مجرَّةً تبتعدُ عن الأرضِ بسرعةِ ١٥ ٠٠٠ كم/بالساعة، فكم تكونُ المسافةُ بينَهما؟

١٢. إذا كانَتْ مجرَّةٌ على بُعدِ ٩٠ مليونَ سنةٍ ضوئيَّةٍ عن الأرضِ، فكم تكونُ سرعةُ ابتعادِها عنها؟

الفصل

٩ المجموعةُ الشمسيَّةُ



الفكرةُ الرئيسةُ

تحتوي المجموعةُ الشمسيَّةُ على أجسامٍ متنوعةٍ تختلفُ في الحجمِ، وفي المظهرِ، وفي التركيبِ. وتتحرَّكُ بطرائقَ يمكنُ توقُّعُها.

القسم

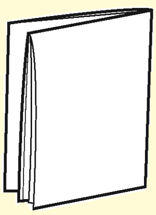
حولَ الصورةِ

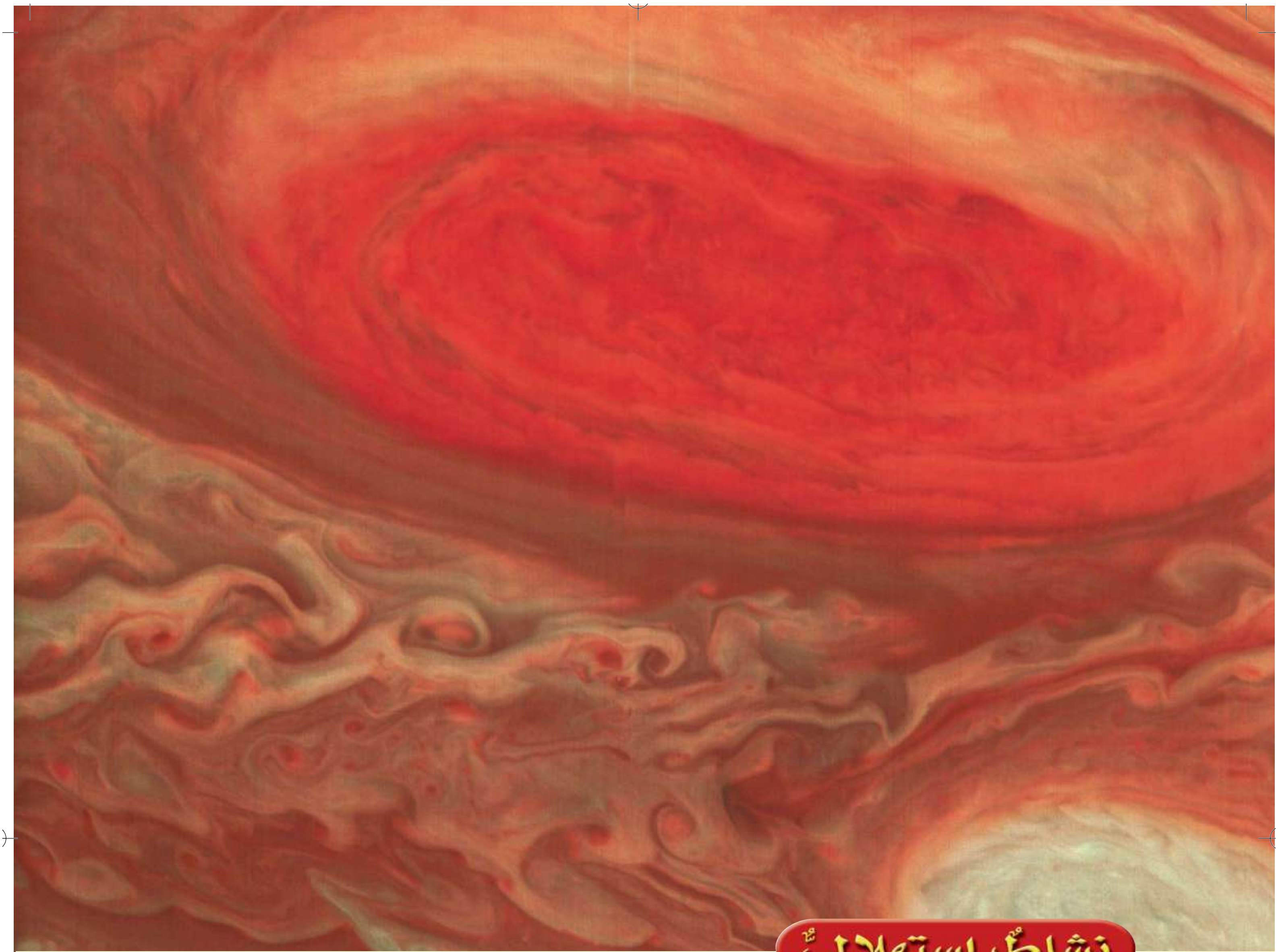
قد تذكِّرُكَ هذه الدوّاماتُ الغنيَّةُ بالألوانِ بلوحةٍ شاهدْتَها في متحفٍ للفنونِ الجميلةِ. لكن هذه الصورةَ هي لكوكبِ المُشتري. والدوّامةُ الحمراءُ المسمّاةُ بالبقعةِ الحمراءِ العظيمةِ، هي في الواقعِ منظومةُ عواصفَ تشبهُ الأعاصيرَ المداريَّةَ، يعادلُ قطرُها ثلاثةَ أمثالِ قطرِ الأرضِ!

نشاطٌ تمهيديٌّ

ملف الملاحظات

كتيِّب: قبلَ البدءِ بقراءةِ هذا الفصلِ، قمْ بإعدادِ الكتيِّبِ الموصوفِ في قسمِ **مهارات الدراسة** المُدرجِ في ملحقِ هذا الكتابِ. عنوِنْ كلَّ صفحةٍ من الكتيِّبِ باسمِ الكواكبِ، والأقمارِ، والأجسامِ الصغيرةِ في المجموعةِ الشمسيَّةِ. وفي أثناءِ قراءةِ الفصلِ، اكتبِ المعلوماتِ التي تتعلَّمُها عن كلٍّ من هذهِ المجموعاتِ على الصفحةِ المناسبةِ من الكتيِّبِ.





نشاطٌ استهلاليٌّ

قياسُ الفضاءِ

نفِّذِ النشاطَ التاليَ لتكوِّنَ فكرةً أفضلَ عن جوارِك الشمسيِّ.

الخطواتُ

١ . استخدمْ **مسطرةً متريَّةً** و**أقلامَ سبّورةٍ** لرسمِ خطٍّ بطولِ متريْنِ على **السبّورةِ**. ارسمْ نقطةً كبيرةً على أحدِ طرفيِ الخطِّ. هذه النقطةُ تمثِّلُ الشمسَ.

٢ . ارسمْ نقاطًا أصغرَ على الخطِّ لتمثِّلَ المسافاتِ النسبيَّةَ بينَ الكواكبِ والشمسِ، وفقَ المعلوماتِ الواردةِ في الجدولِ.

التحليل

١ . ماذا تلاحظُ على المسافاتِ الفاصلةِ بينَ الكواكبِ؟

الكوكب	بعدُهُ عن الشمسِ	
	ملايينُ الكيلومتراتِ	المقياسُ النسبيُّ بالسنتيمترِ
عُطارِدُ	57,9	2
الزُّهَرَةُ	108,2	4
الأرضُ	149,6	5
المرّيخُ	227,9	8
المُشتري	778,4	26
زُحلُ	1 424,0	48
أورانوسُ	2 827,0	97
نبتونُ	4 499,0	151
بلوتو	5 943,0	200

القسم ١

الكواكبُ التسعةُ Nine planets

مؤشّراتُ الأداء

- يرتّبُ الكواكبَ بحسبِ مداراتِها حولَ الشمسِ.
- يوضّحُ كيفَ يقيسُ العلماءُ المسافاتِ في الفضاءِ.
- يصفُ كيفَ اكتُشفَتِ الكواكبُ في مجموعتِنا الشمسيَّةِ.
- يصفُ ثلاثةَ أوجهِ اختلافٍ بينَ الكواكبِ الداخليَّةِ والكواكبِ الخارجيَّةِ.

المفرداتُ والمفاهيمُ

الوحدةُ الفلكيَّةُ

استراتيجيَّةُ القراءةِ

تلخيصٌ ثنائيٌّ: اقرأْ هذا القسمَ بصمتٍ. اخترْ زميلاً، تناوبا على تلخيصِ الموادِّ. وتوقَّفا لمناقشةِ الأفكارِ التي تبدو غيرَ واضحةٍ.

هل كنْتَ تعلمُ أن الكواكبَ تبدو كالنجومِ عندَما يُنظرُ إليها من الأرضِ بالعينِ المجرَّدةِ؟ علماءُ الفلكِ القدماءُ شَغلَتْهُم هذه «الأجرامُ» التي كانَتْ تبدو لهم هائمةً في السماءِ.

أطلقَ علماءُ الفلكِ على هذه «الأجرامِ» اسمَ الكواكبِ، وهي كلمةٌ يونانيَّةٌ تعني «التائهون» (wanderers). كانَ علماءُ الفلكِ يعرفونَ أن هذهِ الكواكبَ أجسامٌ فيزيائيَّةٌ وكانَ بإمكانِهم توقُّعُ حركتِها. لكنَّهم لم يكتشفوا هذه العوالمَ إلاّ في القرنِ السابعَ عشرَ، عندَما استخدمَ جاليليو التلسكوبَ لدراسةِ الكواكبِ والنجومِ.

مجموعتُنا الشمسيَّةُ Our Solar System

تتضمَّنُ مجموعتُنا الشمسيَّةُ الظاهرةُ في **الشكلِ ١**، الشمسَ، والكواكبَ، والكثيرَ من الأجسامِ الأصغرِ. في بعضِ الحالاتِ تؤلِّفُ هذه الأجسامُ منظوماتٍ أصغرَ خاصَّةً بها. فمنظومةُ زحلَ مثلاً، تتكوَّنُ من الكوكبِ زحلَ والأقمارِ القليلةِ التي تدورُ حولَه. لذلك تكونُ مجموعتُنا الشمسيَّةُ مجموعةً مؤلَّفةً من منظوماتٍ كثيرةٍ أصغرَ.

الشكل ١* تبيِّنُ هذه الصوَرُ القطرَ النسبيَّ للكواكبِ والشمسِ.



* التفاصيلُ الرقميَّةُ الواردةُ في الشكلِ للاطلاعِ.

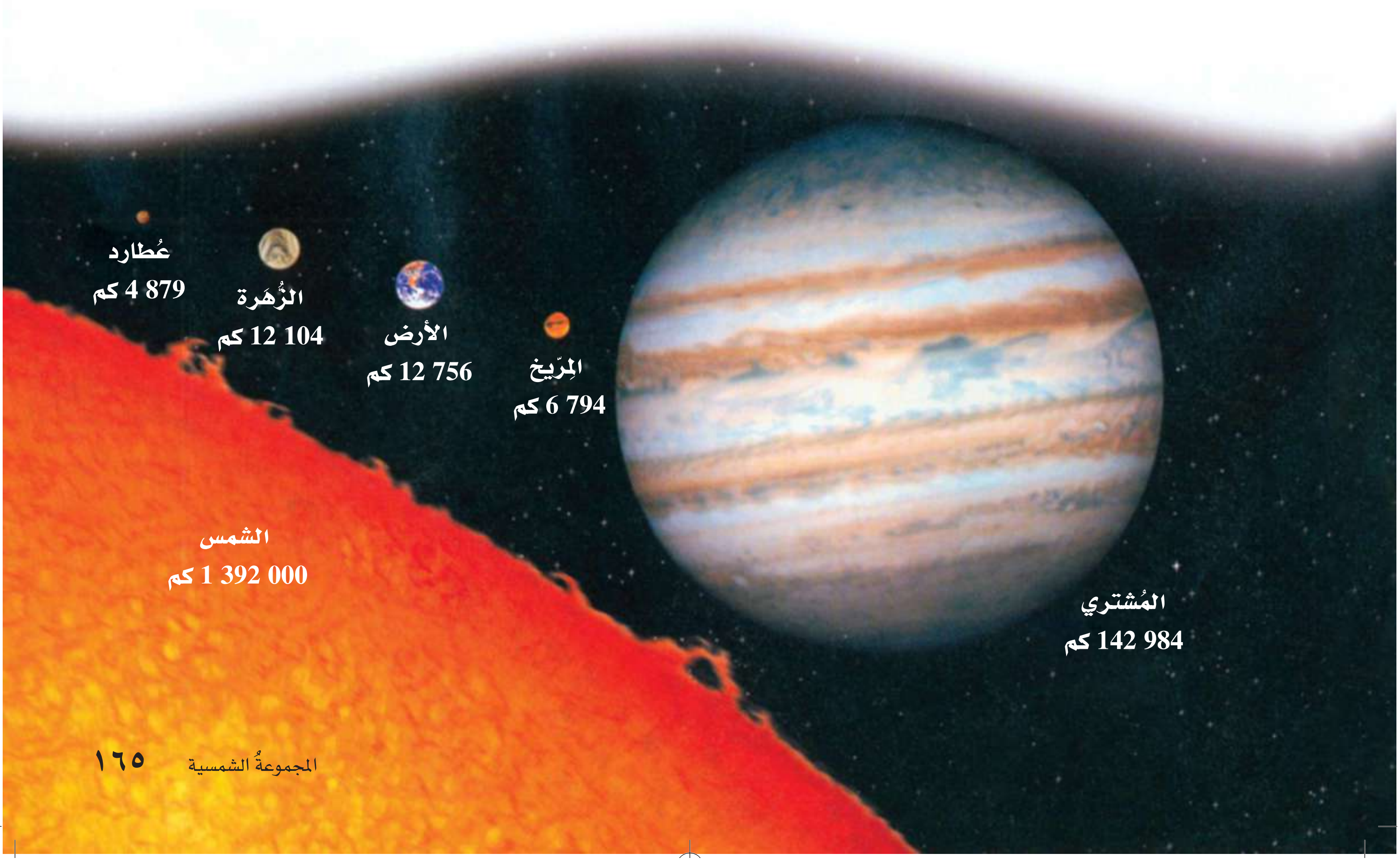


الشكل ٢ تعادلُ الوحدةُ الفلكيَّةُ الواحدةُ حوالي 8,3 دقائقَ ضوئيَّةٍ.

قياسُ المسافاتِ بينَ الكواكبِ
Measuring interplanetary distances

يقيسُ العلماءُ المسافاتِ في الفضاءِ بطريقتَيْنِ أولاهما استخدامُ الوحدةِ الفلكيَّةِ. **الوحدةُ الفلكيَّةُ** Astronomical unit (AU) الواحدةُ هي متوسِّطُ المسافةِ بينَ الشمسِ والأرضِ، أي 150000000Km تقريبًا. انظرِ **الشكلَ ٢**. أما الطريقةُ الثانيةُ لقياسِ المسافاتِ في الفضاءِ فهي استخدامُ سرعةِ الضوءِ. فالضوءُ ينتقلُ في الفضاءِ بسرعةِ 300000Km/s تقريبًا. وهذا يعني أن الضوءَ ينتقلُ 300000Km/s في الثانيةِ الواحدةِ.

الوحدةُ الفلكيَّةُ: متوسِّطُ المسافةِ بينَ الأرضِ والشمسِ؛ أي حوالي 150 مليون كيلومترٍ (الرمز: AU).



اكتشافُ المجموعةِ الشمسيَّةِ
The discovery of the solar system

حتّى القرنِ السابعَ عشرَ، كان يُعتقدُ أن في الكونِ ثمانيةَ أجسامٍ، هي: كوكبُ الأرضِ، وعطاردُ، والزُّهرةُ، والمرّيخُ، والمُشتري، وزُحلُ، والشمسُ، وقمرُ الأرضِ. وهذه الأجسامُ هي الوحيدةُ التي يمكنُ رؤيتُها من الأرضِ من دون استخدامِ التلسكوبِ.

لكن بعدَ اختراعِ التلسكوبِ في القرنِ السابعَ عشرَ تحقَّقَ المزيدُ من الاكتشافاتِ. ومع نهايةِ القرنِ السابعَ عشرَ كانَتْ قد اكتُشفَتْ تسعةُ أجسامٍ كبيرةٍ إضافيَّةٍ. هذه الأجسامُ كانَتْ أقمارَ المشتري وزُحلَ.

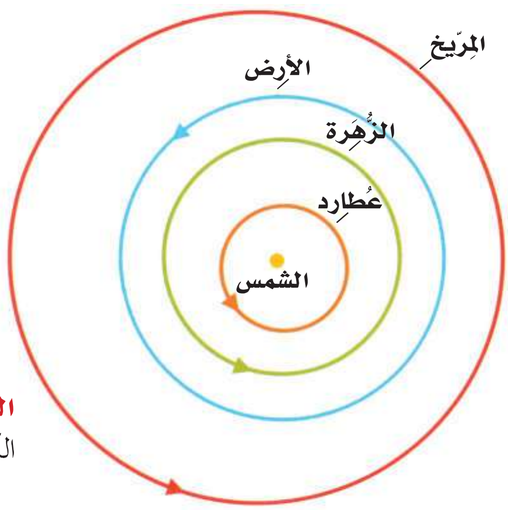
في القرنِ الثامنَ عشرَ، اكتُشفَ الكوكبُ أورانوسُ مع اثنَيْن من أقمارِهِ وقمرَيْن إضافيَّيْن من أقمارِ زُحلَ. وفي القرنِ التاسعَ عشرَ، اكتُشفَ الكوكبُ نبتون وبضعةُ أقمارٍ لكواكبَ أخرى. أخيرًا، في القرنِ العشرينَ، اكتُشفَ الكوكبُ التاسعُ بلوتو.

المجموعتانِ الشمسيَّتانِ الداخليَّةُ والخارجيَّةُ
The inner and outer solar systems

تنقسمُ المجموعةُ الشمسيَّةُ إلى قسمَيْن أساسيَّيْن، هما: المجموعةُ الشمسيَّةُ الداخليَّةُ والمجموعةُ الشمسيَّةُ الخارجيَّةُ. تضمُّ المجموعةُ الشمسيَّةُ الداخليَّةُ الكواكبَ الأربعةَ الأقربَ إلى الشمسِ. وتضمُّ المجموعةُ الشمسيَّةُ الخارجيَّةُ الكواكبَ الأبعدَ عن الشمسِ.

الكواكبُ الداخليَّةُ The inner planets

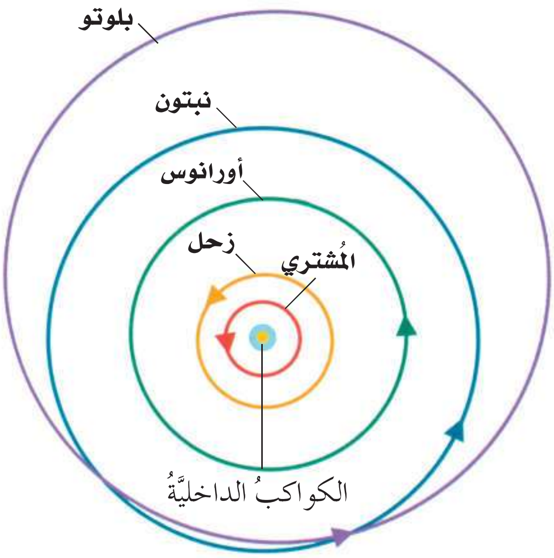
كواكبُ المجموعةِ الشمسيَّةِ الداخليَّةِ، والمبيَّنةُ في **الشكل ٣**، هي أكثرُ تقاربًا من كواكبِ المجموعةِ الشمسيَّةِ الخارجيَّةِ. تُعرفُ الكواكبُ الداخليَّةُ أيضًا **بالكواكبِ الأرضيَّةِ**، لأن أسطحَها كثيفةٌ وصخريَّةٌ. مع ذلك، فإن كلَّ كوكبٍ من الكواكبِ الداخليَّةِ له خصائصُ ينفردُ بها.



الشكل ٣ الكواكبُ الداخليَّةُ هي الكواكبُ الأقربُ إلى الشمسِ.

الكواكبُ الخارجيَّةُ The outer planets

تشملُ كواكبُ المجموعةِ الشمسيَّةِ الخارجيَّةِ المشتري، وزحلَ، وأورانوسَ، ونبتونَ، وبلوتو. والكواكبُ الخارجيَّةُ، ما عدا بلوتو، تختلفُ عن الكواكبِ الداخليَّةِ في أنها كواكبُ كبيرةٌ وتتكوَّنُ بمعظمِها من الغازاتِ. لهذا السببِ، تُعرفُ كواكبُ: المُشتري، وزحلُ، وأورانوسُ، ونبتونُ، بالعمالقةِ الغازيَّةِ. تمتزجُ الغلافاتُ الجويَّةُ لهذه الكواكبِ بسلاسةٍ في طبقاتِها الداخليَّةِ الأكثرِ كثافةً. والكوكبُ الجليديُّ بلوتو هو وحدَه الكوكبُ الصغيرُ، والكثيفُ، والصخريُّ في المجموعةِ الشمسيَّةِ الخارجيَّةِ. وهناكَ إشارةٌ إلى كونِهِ ليسَ كوكبًا بل أحدُ أقمارِ كوكبِ نبتون. تستطيعُ أن ترى رسمًا بيانيًّا للمجموعةِ الشمسيَّةِ الخارجيَّةِ في **الشكلِ ٤**.



الشكل ٤ كواكبُ المجموعةِ الشمسيَّةِ الخارجيَّةِ هي الأبعدُ عن الشمسِ.

> **تحقَّقْ**
> ما الكواكبُ الموجودةُ في المجموعةِ الشمسيَّةِ الخارجيَّةِ؟

مُراجعةُ القسمِ

ملخص

- الكواكبُ التسعةُ، بحسبِ ترتيبِ دورانِها حولَ الشمسِ، هي: عطاردُ، الزُّهَرةُ، الأرضُ، المرِّيخُ، المُشتري، زُحلُ، أورانوسُ، نبتونُ، بلوتو.
- هناك طريقتانِ يقيسُ بواسطتِهما العلماءُ المسافاتِ في الفضاءِ، هما: استخدامُ الوحداتِ الفلكيَّةِ واستخدامُ السنينَ الضوئيَّةِ.
- الكواكبُ الداخليَّةُ أكثرُ تقاربًا من الكواكبِ الخارجيَّةِ وأصغرُ وأكثرُ صخريَّةً.

مراجعةُ المفرداتِ والمفاهيم

١. عرِّفْ بأسلوبِكَ مصطلحَ **الوحدةِ الفلكيَّةِ**.

استيعابُ الأفكارِ الرئيسةِ

٢. متى اكتُشفَ الكوكبُ أورانوسُ؟
أ. قبلَ القرنِ السابعَ عشرَ.
ب. في القرنِ الثامنَ عشرَ.
ج. في القرنِ التاسعَ عشرَ.
د. في القرنِ العشرينَ.

٣. أيُّ آلةٍ ساعدَ اختراعُها العلماءَ على اكتشافِ أجسامٍ أكثرَ في المجموعةِ الشمسيَّةِ؟

٤. أيٌّ من الكواكبِ التسعةِ تكوِّنُ المجموعةَ الشمسيَّةَ الخارجيَّةَ؟

٥. فيمَ تختلفُ الكواكبُ الداخليَّةُ عن الكواكبِ الخارجيَّةِ؟

مهاراتٌ رياضيّاتٌ

٦. إذا كانتِ الزُّهَرةُ على بُعدِ ٦,٠ دقائقَ ضوئيَّةٍ عن الشمسِ، فكم تبعدُ عنها بالوحداتِ الفلكيَّةِ؟

القسمُ ٢

الأقمارُ Moons

إذا أُتيحَ لكَ أن تقومَ برحلةٍ عبرَ الفضاءِ، فأيَّ قمرٍ تزورُ؟ إن زيارةَ الأقمارِ في مجموعتِنا الشمسيَّةِ، ببراكينِها، وفوَّهاتِها، وربما أيضًا بمحيطاتِها الجوفيَّةِ، سوفَ تكونُ مشوِّقةً.

تُسمّى الأجسامُ الطبيعيَّةُ أو الصناعيَّةُ التي تدورُ حولَ أجسامٍ سماويَّةٍ أكبرَ **الأقمارَ** Satellites. ولكلِّ الكواكبِ أقمارٌ طبيعيَّةٌ باستثناءِ كوكبَيْ عُطاردَ والزُّهرةِ.

مؤشِّراتُ الأداءِ

- يفسِّرُ النظريَّةَ الحاليَّةَ لأصلِ قمرِ الأرضِ.

المفرداتُ والمفاهيمُ

القمرُ

استراتيجيَّةُ القراءةِ

دليلُ التوقُّعِ: قبلَ قراءةِ هذا القسمِ اكتبْ عناوينَ فقراتٍ. ثم اكتبْ تحتَ كلِّ عنوانٍ ما تعتقدُ أنَّكَ ستتعلَّمُهُ.

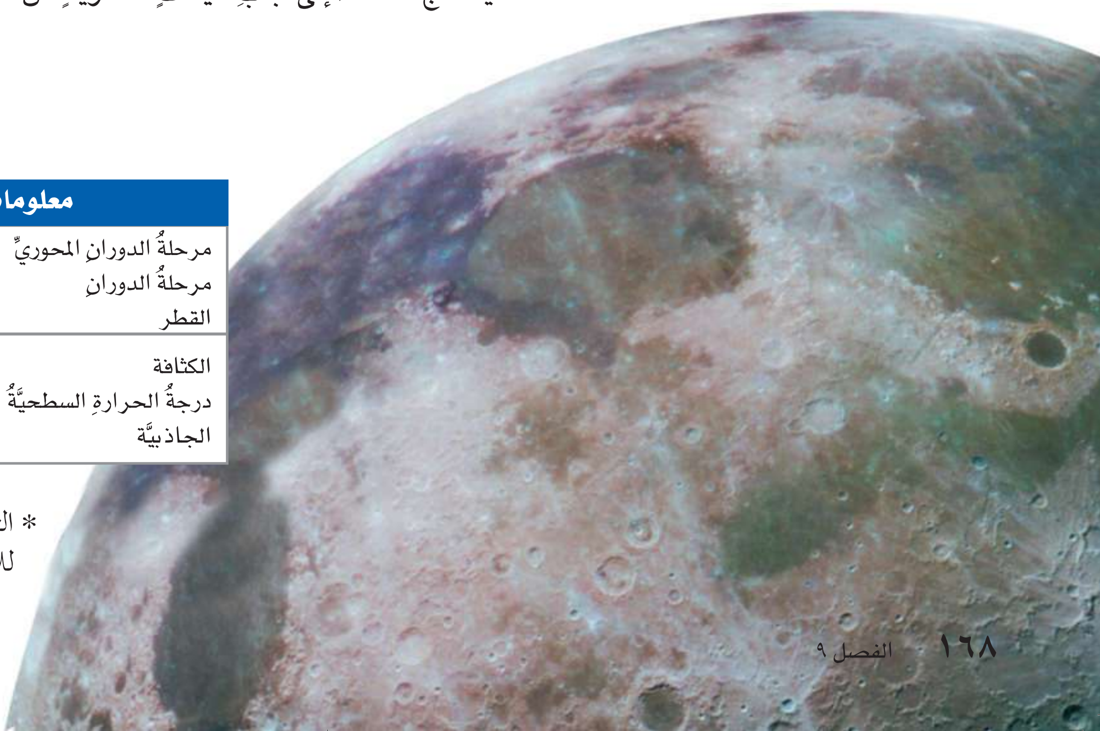
القمرُ: جرمٌ طبيعيٌّ أو صناعيٌّ يدورُ حولَ كوكبٍ ما.

لونا: قمرُ الأرضِ Luna: the moon of the earth

أفادَ العلماءُ كثيرًا من دراسةِ قمرِ الأرضِ، الذي يُطلقُ عليه اسمُ **لونا**. وقد تبيَّنَ أن عمرَ الصخورِ القمريَّةِ التي جُلبَتْ إلى الأرضِ خلالَ رحلاتِ أبولو، يبلغُ نحوَ 4,6 ملياراتِ سنةٍ. ولأن هذه الصخورَ لم تتغيَّرْ منذُ تكوُّنِها، فقدْ باتَ العلماءُ يعرفونَ أن عمرَ المجموعةِ الشمسيَّةِ نفسِها يبلغُ نحوَ 4,6 ملياراتِ سنةٍ.

سطحُ القمرِ The surface of the moon

تاريخُ القمرِ، كما ترى في **الشكل ١**، مكتوبٌ على وجهِه. فأسطحُ الأجسامِ التي ليسَ لها غلافاتٌ جوّيَّةٌ، تحفظُ سجلاً بكلِّ ما أصابَها من صدماتٍ. ولأن العلماءَ باتوا يعرفونَ عُمرَ القمرِ اليومَ، فإنهم يستطيعون احتسابَ عددِ الفوّهاتِ الناتجةِ عن التصادماتِ ليعرفوا معدَّلَ حوادثِ التصادمِ التي كوَّنَتْها. فمعرفةُ معدَّلِ التصادماتِ يُمكِّنُ العلماءَ من استخدامِ عددِ الفوّهاتِ الناتجةِ عن التصادماتِ على أي جسمٍ لتقديرِ عمرِ سطحِه. وبهذهِ الطريقةِ، لا يحتاجُ العلماءُ إلى جلبِ عيّناتٍ صخريَّةٍ من الأجرامِ السماويَّةِ.



الشكل ١* هذه الصورةُ للقمرِ التقطَتْها المركبةُ الفضائيَّةُ غاليليو، وهي في طريقِها إلى المشتري. والمناطقُ الداكنةُ الواسعةُ هي سهولٌ من الحممِ البركانيَّةِ يُطلقُ عليها اسمُ **ماريا** Maria.

معلوماتٌ عن القمرِ	
مرحلةُ الدورانِ المحوريِّ	27 يومًا، 9 ساعاتٍ
مرحلةُ الدورانِ	27 يومًا، 7 ساعاتٍ
القطرُ	3 475 كم
الكثافةُ	3.34 غم/سم٣
درجةُ الحرارةِ السطحيَّةُ	−170 إلى 134 درجة مئويّة
الجاذبيَّةُ	16٪ من الجاذبيَّةِ الأرضيَّةِ

* التفاصيلُ الواردةُ في الشكلِ ١ للاطلاعِ.

أصلُ القمرِ Lunar origins

قبلَ حصولِ العلماءِ على عيِّناتٍ صخريَّةٍ من القمرِ، كانَ هناك ثلاثةُ تفسيراتٍ شائعةٌ لتكوُّنِ القمرِ: (١) كانَ القمرُ جسمًا مستقلاًّ احتجزَتْه جاذبيَّةُ الأرضِ. (٢) تكوَّنَ القمرُ في الوقتِ نفسهِ الذي تكوَّنَتْ فيه الأرضُ ومن الموادِّ نفسِها. (٣) كانَتْ الأرضُ المتكوِّنةُ حديثًا تدورُ بسرعةٍ كبيرةٍ جدًّا بحيث تطايرَتْ قطعةٌ منها وأصبحَتْ ما يعرفُ بالقمرِ.

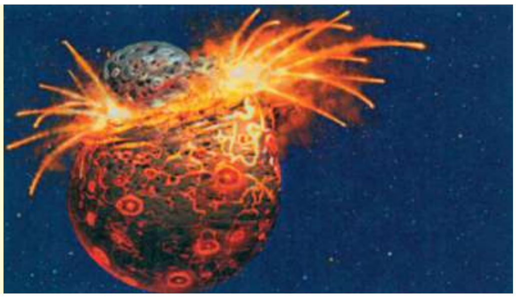
لكنَّ العيِّناتِ الصخريَّةَ التي جلبتْها أبّولو من القمرِ، حلَّتْ هذا اللغزَ. فقد اكتشفَ العلماءُ أن تركيبَ القمرِ مشابهٌ لتركيبِ وشاحِ الأرضِ. ودعمَ هذا الدليلُ من العيِّناتِ الصخريَّةِ القمريَّةِ التفسيرَ الثالثَ لتكوُّنِ القمرِ.

فالنظريَّةُ الحاليَّةُ تقولُ بأن جرمًا كبيرًا بحجمِ المرِّيخِ اصطدمَ بالأرضِ وهي في طورِ التكوُّنِ، كما هو مبيَّنٌ في **الشكل ٢**. كانَ الاصطدامُ عنيفًا إلى حدٍّ أن جزءًا من وشاحِ الأرضِ اندفعَ إلى مدارٍ حولَ الأرضِ ليكوِّنَ القمرَ.

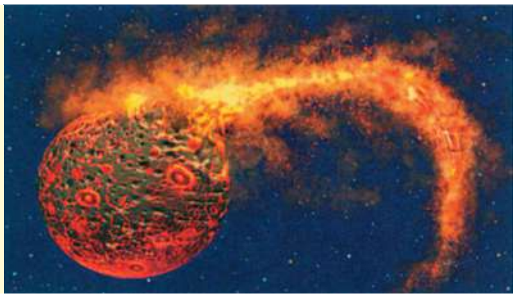
تحقَّقْ
ما التفسيرُ الحاليُّ لتكوُّنِ القمرِ؟

الشكلُ ٢* تكوُّنُ القمرِ

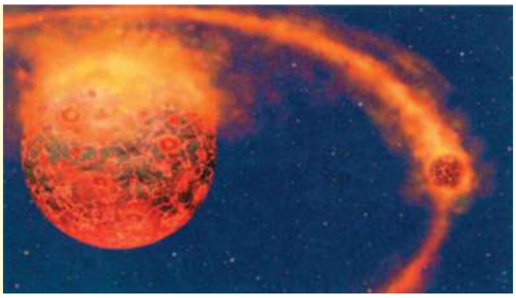
١ الارتطام
منذُ حوالي ٤,٦ مليارات سنةٍ، عندَما كانَتِ الأرضُ لا تزالُ منصهرةً بمعظمِها، اصطدمَ جرمٌ كبيرٌ بها. يستنتجُ العلماءُ بالتعليلِ المنطقيِّ أن الجرمَ كانَ بلا ريبٍ كبيرًا إلى حدٍّ يكفي لدفعِ جزءٍ من وشاحِ الأرضِ في الفضاءِ، ذلك أن تركيبَ القمرِ مشابهٌ لتركيبِ وشاحِ الأرضِ.



٢ الإطلاق
بدأ الحطامُ الناتجُ عن الاصطدامِ بالدورانِ حولَ الأرضِ في غضونِ ساعاتٍ. كانَ هذا الحطامُ موادَّ من وشاحِ الأرضِ ومن الجرمِ الصادمِ بالإضافةِ إلى جزءٍ من اللبِّ الحديديِّ للجرمِ الصادمِ.



٣ التكوُّن
بُعيدَ الاصطدامِ الهائلِ بدأَتْ كتلُ الموادِّ المندفعةِ في مدارٍ حولَ الأرضِ، بالاتِّحادِ معًا لتكوِّنَ القمرَ. وبعدَ وقتٍ مديدٍ، وفيما كانَ القمرُ يبردُ، تسبَّبتِ اصطداماتٌ إضافيَّةٌ بتكوُّنِ أحواضٍ عميقةٍ، وصدَّعَتْ سطحَ القمرِ. وقد تدفَّقَتِ الحممُ البركانيَّةُ القمريَّةُ من تلك الصدوعِ، وغمرَتِ الأحواضَ، لتكوِّنَ الماريا القمريَّةَ التي نراها اليومَ.



* التفاصيلُ الواردةُ في الشكل ٢ للاطلاعِ.

أقمارُ الكواكبِ الأخرى
The moons of other planets

تتراوحُ حجومُ أقمارِ الكواكبِ الأخرى، بينَ أقمارٍ صغيرةٍ جدًّا وأقمارٍ كبيرةٍ بحجمِ الكواكبِ الأرضيَّةِ. لكلِّ العمالقةِ الغازيَّةِ أقمارٌ متعدِّدةٌ، ولايزالُ العلماءُ يكتشفونَ أقمارًا جديدةً. لدى بعضِ الأقمارِ مداراتٌ ممدودةٌ جدًّا، أو بيضويَّةٌ. حتى أن بعضَ الأقمارِ تدورُ حولَ كوكبِها تراجعيًّا (مع عقاربِ الساعةِ) وتعدُّ الأقمارُ من أكثرِ الأماكنِ غرابةً وتشويقًا في المجموعةِ الشمسيَّةِ!

مُراجعةُ القسمِ

ملخَّص

- يستنتجُ العلماءُ بالتعليلِ المنطقيِّ أن قمرَ الأرضِ تكوَّنَ من الحطامِ الذي نتجَ بعدَ اصطدامِ جسمٍ كبيرٍ بالأرضِ.

مراجعةُ المفرداتِ والمفاهيمِ

أكملِ الجملةَ أدناهُ بالمفردةِ الصحيحةِ من المفرداتِ الآتيةِ:

القمر **الصخر** **الصدمة**

١. ———، أو الجرمُ الذي يدورُ حولَ جرمٍ أكبرَ، يكونُ صناعيًّا أو طبيعيًّا.

استيعابُ الأفكارِ الرئيسةِ

٢. ماذا اكتشفَ العلماءُ حولَ تركيبِ القمرِ؟

٣. صفِ النظريَّةَ الحاليَّةَ لأصلِ قمرِ الأرضِ.

تفكيرٌ ناقدٌ

٤. **تحليلُ الطرائقِ**: كيف يستطيعُ علماءُ الفلكِ استخدامَ عُمرِ صخرٍ قمريٍّ لتقديرِ عمرِ سطحِ كوكبٍ، كعطاردَ مثلاً؟

القسمُ ٣

مؤشّراتُ الأداءِ

- يوضّحُ أهميّةَ المذنّباتِ، والكويكباتِ، والنيازكِ، لدراسةِ تكوُّنِ المجموعةِ الشمسيّةِ.
- يصفُ أوجهَ الشبهِ والاختلافِ بينَ الكويكباتِ والنيازكِ.

المفرداتُ والمفاهيمُ

- المذنَّبُ
- النيزكُ
- الكويكبُ
- الحجرُ النيزكيُّ
- حزامُ الكويكباتِ
- الشهابُ

استراتيجيَّةُ القراءةِ

مناقشةٌ: اقرأْ هذا القسمَ بصمتٍ. دوِّنْ ما لديك من أسئلةٍ حولَه. ثم ناقشْها ضمن مجموعةٍ صغيرةٍ.

الأجسامُ الصغيرةُ في المجموعةِ الشمسيَّةِ

Small bodies in the solar system

تخيَّلْ أنك مسافرٌ في مركبةٍ فضائيَّةٍ لتستكشفَ حافةَ مجموعتِنا الشمسيَّةِ. سوفَ تشاهدُ عدَّةَ أجسامٍ صغيرةٍ تتحرَّكُ عبرَ الفضاءِ، فضلاً عن الكواكبِ وأقمارِها.

لا تحتوي المجموعةُ الشمسيَّةُ على الكواكبِ والأقمارِ فحسبُ، بل تحتوي على أجسامٍ أخرى صغيرةٍ، من مذنَّباتٍ وكويكباتٍ ونيازكَ. يدرسُ العلماءُ هذه الأجسامَ لمعرفةِ تركيبِ المجموعةِ الشمسيَّةِ.

المُذنَّباتُ Comets

الجسمُ الصغيرُ المكوَّنُ من كتلةٍ من الجليدِ والصخرِ والغبارِ الفضائيِّ، يُسمّى **المذنَّب** Comet. يشيرُ بعضُ العلماءِ إلى المذنَّباتِ بوصفِها «كراتٍ ثلجيَّةً» بسببِ تركيبِها. تكوَّنَتِ المذنَّباتُ في الجزءِ الخارجيِّ البارِدِ من المجموعةِ الشمسيَّةِ. لم يطرأْ تغيُّرٌ ملحوظٌ على المذنَّباتِ منذُ ولادةِ المجموعةِ الشمسيَّةِ قبل ٤,٦ ملياراتِ سنةٍ.

المذنَّب: جسمٌ صغيرٌ من الجليدِ، والصخرِ، والغبارِ الفضائيِّ، يتبعُ مدارًا إهليلجيًا حولَ الشمسِ، ويُطلقُ غازًا وغبارًا على شكلِ ذنبٍ عندَما يمرُّ بالقربِ من الشمسِ.

أذنابُ المذنَّباتِ Comet tails

عندَما يمرُّ المذنَّبُ بالقربِ من الشمسِ إلى حدٍّ يكفي لجعلِ الإشعاعِ الشمسيِّ يسخِّنُ الجليدَ، يطلقُ المذنَّبُ غازًا وغبارًا على شكلِ ذنبٍ طويلٍ، كما هو مبيَّنٌ في **الشكل ١**. أحيانًا، يكونُ للمذنَّبِ ذنبانِ: **ذنبٌ أيونيٌّ** وذنبٌ **غباريٌّ**. يتكوَّنُ الذنبُ الأيونيُّ من جسيماتٍ مشحونةٍ كهربائيًّا تُسمّى **أيوناتٍ**. ويُسمّى المركزُ الصلبُ للمذنَّبِ بالنواةِ. قد يتراوحُ قطرُ أنويةِ المذنَّباتِ بينَ أقلِّ من نصفِ كيلومترٍ وأكثرَ من ١٠٠ كم.



الشكل ١ تُظهرُ هذه الصورةُ المعالمَ الفيزيائيَّةَ للمذنَّبِ، عندَما يكونُ قريبًا من الشمسِ. وقد حُجبَتْ نواةُ المذنَّبِ بوهجِ ضوءِ الغازاتِ والغبارِ.

الكويكب: جسمٌ صخريٌّ صغيرٌ يدورُ حولَ الشمس، ويكونُ دورانُه عادةً ضمنَ حزام بينَ مداري المرّيخ والمشتري.

حزامُ الكويكباتِ: منطقةٌ من المجموعة الشمسيَّةِ تقعُ بين مداري المرّيخ والمُشتري، حيث تدورُ معظمُ الكويكبات.

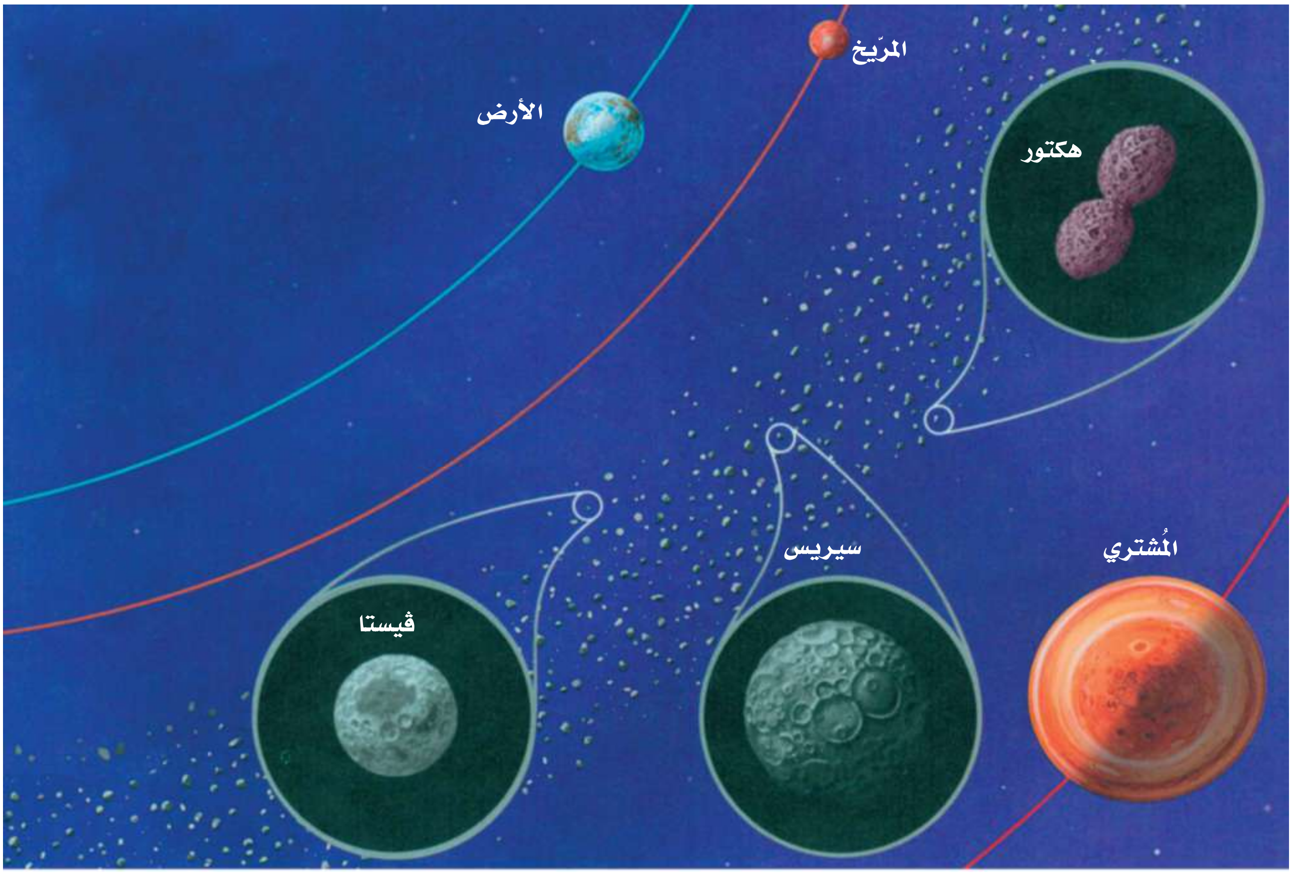
الكويكباتُ Asteroids

تُسمّى الأجسامُ الصخريَّةُ الصغيرةُ التي تدورُ حولَ الشمسِ **الكويكباتِ** Asteroids. يتراوحُ قطرُ الكويكباتِ بينَ بضعةِ أمتارٍ وأكثرَ من ٩٠٠ كم. للكويكباتِ أشكالٌ غيرُ منتظمةٍ، على الرغم من أن بعضَ الكويكباتِ الأكبرِ حجمًا كرويَّةُ الشكل. تدورُ معظمُ الكويكباتِ حولَ الشمسِ في حزامِ الكويكباتِ. و**حزامُ الكويكباتِ** Asteroid belt منطقةٌ واسعةٌ بينَ مداري المرّيخِ والمُشتري. والكويكباتُ، مثلُها مثلُ المذنَّباتِ، أجسامٌ يُعتقدُ بأنها ما بقيَ من موادَّ زمنَ تكوُّنِ المجموعةِ الشمسيَّة.

أنواعُ الكويكباتِ Types of asteroids

يختلفُ تركيبُ الكويكباتِ بحسبِ موقعِها ضمنَ حزامِ الكويكباتِ. فالكويكباتُ في المنطقةِ الخارجيَّةِ الأبعدِ عن وسطِ الحزامِ لها أسطحٌ يترجَّحُ لونُها بين البنيِّ والأحمرِ الداكنِ والأسودِ. وقد يشيرُ هذا التلوُّنُ إلى تركيبٍ غنيٍّ بالموادِّ العضويَّةِ. أما الكويكباتُ ذاتُ الأسطحِ الرماديَّةِ الداكنةِ الموجودةِ في المنطقةِ الوسطى فهي غنيَّةٌ بالكربون. وفي عمقِ الجزءِ الداخليِّ من الحزامِ الأقربِ إلى مدارِ المرّيخِ توجدُ كويكباتٌ ذاتُ لونٍ رماديٍّ فاتحٍ، لها تركيبٌ صخريٌّ أو فلزّيٌّ. يبيِّنُ **الشكلُ ٢** ثلاثةَ كويكباتٍ، هي: هكتور، وسيريس، وڤيستا.

الشكلُ ٢ حزامُ الكويكباتِ



النيازكُ Meteoroids

النيازكُ شبيهةٌ بالكويكبات، لكنَّها أصغرُ منها كثيرًا. و**النيزكُ Meteoroid** جسمٌ صخريٌّ صغيرٌ يدورُ حولَ الشمس. ويُرجَّحُ أن تكونَ معظمُ النيازكِ قِطعًا من كويكبات. يُسمّى النيزكُ الذي يدخلُ الغلافَ الجوّيَّ للأرض ويصطدمُ بسطحِها **الحجرَ النيزكيَّ Meteorite**. في أثناءِ سقوطِ النيزكِ في الغلافِ الجوِّيِّ للأرض، يهوي بسرعةٍ كبيرةٍ جدًّا، بحيث ينصهرُ سطحُه. وفيما هو يحترقُ، يصدرُ كمّيَّةً هائلةً من الضوءِ والطاقةِ الحراريَّة. تستطيعُ أن تشاهدَ من الأرضِ خطًّا ضوئيًّا رائعًا أو شهابًا. و**الشهابُ Meteor** هو الخطُّ الساطعُ الناتجُ من نيزكٍ أو غبارِ مذنَّبٍ يحترقُ في الغلافِ الجوّيِّ، كما يظهرُ في **الشكل ٣**.



الشكل ٣ الشهبُ خطوطٌ من الضوءِ ناتجةٌ من النيازكِ حينَ تحترقُ في الغلافِ الجوِّيِّ للأرض.

النيزك: جسمٌ صخريٌّ صغيرٌ نسبيًا يتنقَّلُ عبرَ الفضاء.

الحجرُ النيزكيُّ: النيزكُ الذي يصلُ إلى سطحِ الأرضِ من دونِ أن يحترقَ كليًّا.

الشهاب: خطٌّ ضوئيٌّ ساطعٌ ينتجُ عندمَا يحترقُ النيزكُ في الغلافِ الجوّيِّ للأرض.

مُراجعةُ القسم

ملخَّص

- دراسةُ المذنَّبات، والكويكبات، والنيازك، تساعدُ العلماءَ على فهمٍ أفضلَ لتكوُّنِ المجموعةِ الشمسيَّة.
- الكويكباتُ أجسامٌ صغيرةٌ تدورُ حولَ الشمس. النيازكُ شبيهةٌ بالكويكبات، لكنَّها أصغرُ منها. مصدرُ معظمِ النيازكِ الكويكبات.

مراجعةُ المفرداتِ والمفاهيم

ما الفرقُ بينَ مفردتَي كلِّ سؤال:

١. المذنَّبُ والكويكب؟

٢. الشهابُ والحجرُ النيزكي؟

استيعابُ الأفكارِ الرئيسة

٣. لِمَ تعدُّ دراسةُ المذنَّبات، والكويكبات، والنيازكِ مهمَّةً لفهمِ تكوُّنِ المجموعةِ الشمسيَّة؟

٤. ما الفرقُ بينَ الكويكبِ والنيزكِ؟

٥. أينَ يقعُ حزامُ الكويكبات؟

مهاراتٌ رياضيّات

٦. يُعادِلُ قطرُ نواةِ المذنَّبِ أ 55 كم. إذا كانَ قطرُ نواةِ المذنَّبِ ب أكبرَ بـ 30٪ من قطرِ نواةِ المذنَّبِ أ، فما قطرُ نواةِ المذنَّبِ ب؟

تفكيرٌ ناقدٌ

٧. **تعبيرٌ عن الرأي**: هل تعتقدُ أنَّ من واجباتِ الدولةِ أن تنفقَ الأموالَ على برامجِ البحثِ عن الكويكباتِ والمذنَّباتِ التي تتقاطعُ مداراتُها مع مدارِ الأرض، على اعتبارِ أنَّ عمليَّةَ اصطدامِ هذه الأجسامِ بالأرضِ ممكنة؟ وضِّحْ إجابتَك.

مُراجَعَةُ الْفَصلِ

مراجعة المُفرداتِ والمفاهيم

ما الفرقُ بينَ مفردتَيْ كلِّ سؤالٍ:

١. الكوكبُ الأرضيُّ والعملاقُ الغازيُّ؟

٢. الكويكبُ والمذنَّبُ؟

٣. الشهابُ والحجرُ النيزكيُّ؟

اكتبْ أمامَ العباراتِ أدناهُ المفردةَ الصحيحةَ من المفرداتِ التاليةِ:

الوحدةُ الفلكيَّةُ	الحجرُ النيزكيُّ
النيزكُ	القمرُ

٤. (________) متوسِّطُ المسافةِ بينَ الشمسِ والأرضِ.

٥. (________) هوَ الصخرُ الصغيرُ في الفضاءِ.

٦. (________) جسمٌ طبيعيٌّ أو صناعيٌّ يدورُ حولَ أحدِ الكواكبِ.

استيعابُ الأفكارِ الرئيسةِ

اختيارٌ من متعدِّدٍ

٧. أيُّ من الأجسامِ التاليةِ هو الأكبرُ؟

أ. القمر.

ب. عطارد.

ج. المرّيخ.

د. الأرض.

إجابةٌ قصيرةٌ

٨. ضعْ قائمةً بأسماءِ الكواكبِ مرتَّبةً بحسبِ بُعدِها عن الشمسِ.

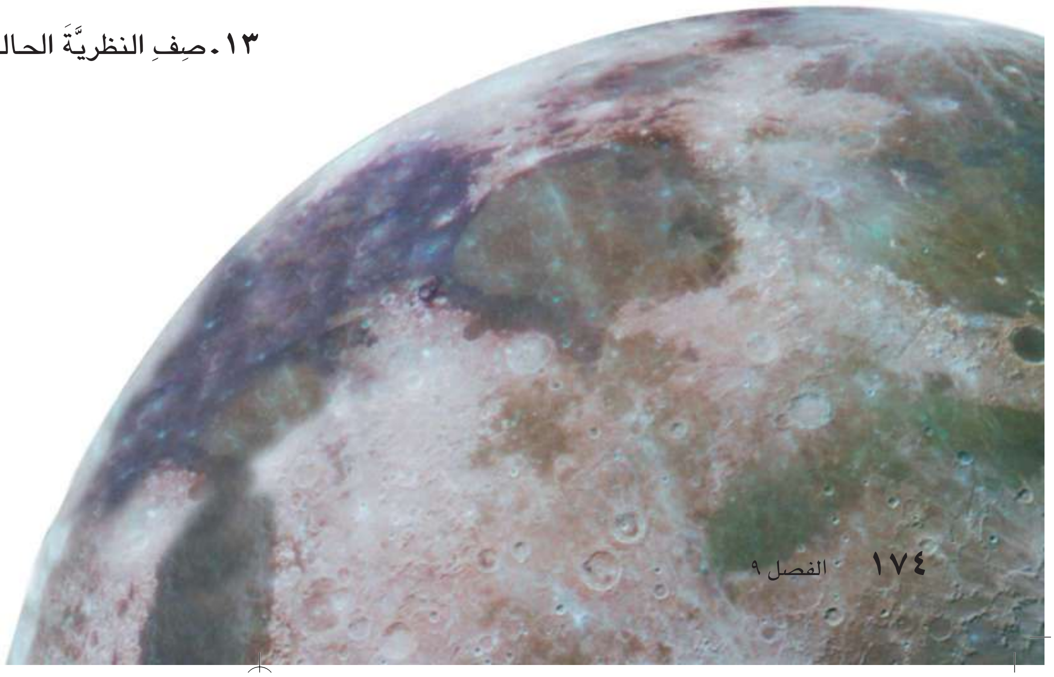
٩. صفْ ثلاثةَ أوجهِ اختلافٍ بينَ الكواكبِ الداخليَّةِ والكواكبِ الخارجيَّةِ.

١٠. ما العمالقةُ الغازيَّةُ؟ فيمَ تختلفُ عن الكواكبِ الأرضيَّةِ؟

١١. ما الفرقُ بينَ الكويكبِ والنيزكِ؟

١٢. ما الفرقُ بينَ مرحلةِ دورانِ الكوكبِ حول محورِه ومرحلةِ دورانِه حولَ الشمسِ؟

١٣. صِفِ النظريَّةَ الحاليَّةَ حولَ أصلِ قمرِ الأرضِ.



تفكيرٌ ناقدٌ

١٤. **خريطةُ المفاهيم:** استخدم المصطلحاتِ التاليةَ لوضعِ خريطةِ مفاهيمَ: المجموعةُ الشمسيَّةُ، الكواكبُ الأرضيَّةُ، العمالقةُ الغازيَّةُ، الأقمارُ، المذنَّباتُ، الكويكباتُ، النيازكُ.

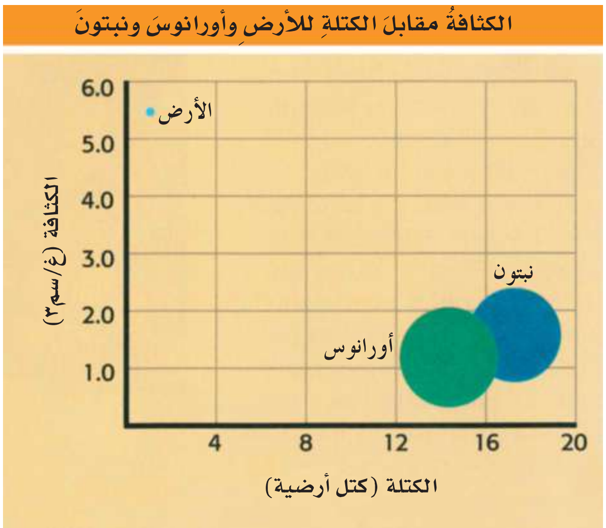
١٥. **استدلالٌ:** أين يمكنُ أن يبحثَ العلماءُ عن الحياةِ في المجموعةِ الشمسيَّةِ؟ لماذا؟

١٦. أيُّ الكوكبَيْنِ أعلى كثافةً: أورانوسُ أم نبتونُ؟ برِّرْ إجابتَك.

١٧. تستطيعُ أن ترى أن الأرضَ، وإن كانَتْ ذاتَ الكتلةِ الصغرى، هي الأعلى كثافةً بينَ الكواكبِ الثلاثةِ. فسِّرْ كونَ الأرضِ هي الأعلى كثافةً بين الثلاثةِ، بالرغمِ من أنّ كتلةَ كلٍّ من أورانوسَ ونبتونَ تفوقُ كثيرًا كتلةَ الأرضِ.

تفسيرُ الأشكالِ التخطيطيَّةِ

يبيِّنُ الرسمُ البيانيُّ أدناه الكثافةَ مقابلَ الكتلةِ للأرضِ وأورانوسَ ونبتونَ. والكتلةُ مُعطاةٌ بالكُتلِ الأرضيَّةِ. (كتلةُ الأرضِ تساوي كتلةً أرضيَّةً واحدةً). والحجومُ النسبيَّةُ للكواكبِ مبيَّنةٌ بقياسِ كلِّ دائرةٍ. استخدمْ هذا الرسمَ البيانيَّ لتجيبَ عن الأسئلةِ التي تليه.



الوَحدةُ

هـ

الشغلُ، والآلاتُ، والطاقةُ

هل يُمكنُكَ أن تتخيَّلَ الحياةَ في عالمٍ ليسَ فيه آلاتٌ؟ في هذه الوحدةِ ستستكشفُ المعنى العلميَّ لمفردةِ «الشغل»، وتتعلَّمُ كيف تسهِّلُ الآلاتُ إنجازَ الأعمالِ. وتتعرَّفُ كيف تُمكِّنُكَ الطاقةُ من بذلِ شغلٍ، وكيف يُمكنُ تحويلُ الأشكالِ المختلفةِ من الطاقةِ إلى أشكالٍ أخرى. تتعلَّمُ في هذه الوحدةِ أيضًا أشياءَ عن مفهومِ الحرارةِ. يُبيِّنُ لك هذا الخطُّ الزمنيُّ اختراعاتٍ واكتشافاتٍ تمَّتْ عبرَ التاريخِ، ورافقَتْ تطوُّرَ فهمِ الإنسانِ للشغلِ والآلاتِ والطاقةِ.

حواليْ ٣٠٠٠ ق.م.

استخدِمَ الشراعُ في مصرَ. تعملُ الأشرعةُ بطاقةِ الرياحِ بدلَ طاقةِ الإنسانِ لتحريكِ المراكبِ عبرَ المياهِ.



١٨١٨

عرضَ المخترعُ الألمانيُّ البارون كارل فون دري دي سويربران أوَّلَ آلةٍ بدولابَيْن مصنوعةٍ من الخشبِ، يدفعُها راكبُها. مهَّدَت هذه الآلةُ الطريقَ أمامَ اختراعِ الدرّاجةِ الهوائيَّةِ.



١٩٤٨

صمَّمَتْ عالمةُ الفيزياءِ ماريا تلكس، الهنجاريَّةُ المولدِ، أوَّلَ نظامِ تدفئةٍ لمنزلٍ يعملُ بالطاقةِ الشمسيَّةِ.



١٩٧٢

افتتِحتْ أوَّلُ محطَّةِ وَقودٍ أميركيَّةٍ تعملُ وفقَ نظامِ الخدمةِ الذاتيَّةِ.

حواليْ ٢٠٠ ق.م.

وفي أثناءِ حُكمِ سلالةِ هان، استخدمَ الصينيّون الفحمَ الحجريَّ كوقودٍ وكانَتْ حضارتُهم السبّاقةَ في ذلك.

حواليْ ٨٠٠

كانَ أوّلُ ظهورٍ لطاحونةِ هواءٍ على يدِ إبراهيمَ بنِ محمّدٍ الاصطخريِّ. وقد وظّفَتْ هذه الطاحونةُ طاقةَ الرياحِ في طَحْنِ الحبوبِ وسَحْبِ المياهِ من الآبارِ. وبذلك سبقَ ظهورَ طواحين الهواءِ في أوروبا بحواليْ ٤٠٠ عام.



١٨٩٣

سُجِّلَتْ براءةُ اختراعٍ للمشبكِ القافلِ، وكانَ أوّلَ سحّابٍ تُسجَّلُ له براءةُ اختراعٍ.



١٩٠٨

ابتدأَ عصرُ السيّاراتِ مع الإنتاجِ الكبيرِ لسيّارةِ فورد من النموذجِ «ت».



١٩٢٦

أطلقَ العالِمُ الأميركيُّ روبرت جودارد أوّلَ صاروخٍ يعملُ بالوقودِ السائلِ. بلغَ الصاروخُ ارتفاعًا مقدارُهُ ١٢.٥ متر وبلغَتْ سرعتُهُ 97 km/h.

١٩٨٨

بدأَ مولّدٌ يعملُ بطاقةِ الرياحِ في جزرِ أوركني الاسكتلانديّةِ بتوليدِ الطاقةِ الكهربائيّةِ.

٢٠٠٠

أُقيمَتِ الألعابُ الأولمبيّةُ الصيفيّةُ لذلك العامِ في سيدني بأستراليا.



٢٠٠١

عُرِضَ «الناقلُ الشخصيُّ» الذي يسيرُ على دولابَيْنِ ويعملُ بالبطّاريّةِ. وفيه جيروسكوبات ومتحسّساتٌ للانحدارِ تسمحُ للركّابِ بتوجيهِ وسيلةِ النقلِ هذه التي تشبهُ مزلجةَ «السكوتر»، عن طريقِ الميلانِ.



الفصل

١٠ الشغلُ والآلاتُ



الفكرةُ الرئيسةُ

الشغلُ هو نقلُ طاقةٍ إلى جسمٍ ما، والقُدرةُ هي المعدَّلُ الذي يُبذلُ به الشغل. الآلاتُ أجهزةٌ تسهّلُ الشغلَ.

القسم

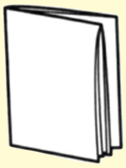
حولَ الصورةِ

«واحد، اثنان، «اضرب» يصرخُ الحكَمُ لبدءِ السباق وصولاً إلى الخطِّ النهائيِّ. سباقُ قواربِ التجذيف يُنظِّمُهُ نادٍ رياضيّ. اللاعبونَ الظاهرونَ في الصورةِ يستخدمونَ المجاذيفَ لتحريكِ زوارقِهم إلى الأمامِ. إنَّ هؤلاء وبلغةِ العِلم، يبذلونَ شُغلاً.

نشاطٌ تمهيديٌّ

ملف الملاحظات

كتيِّبٌ: قبلَ البدءِ بقراءةِ هذا الفصلِ، قمْ بإعدادِ الكتيِّبِ الموصوفِ في قسمِ **مهارات الدراسة**، المُدرجِ في ملحقِ الكتابِ. عنونْ كلَّ صفحةٍ من الكتيِّبِ بفكرةٍ رئيسةٍ من الفصلِ. اكتبْ ما تعرفُهُ عن كلِّ فكرةٍ رئيسةٍ في الصفحةِ المناسبةِ من الكتيِّبِ.





نشاطٌ استهلاليٌّ

ارفعْ قليلًا!

تستخدمُ في هذا النشاطِ آلةً بسيطةً، هي الرافعةُ، لتُسهِّلَ مهمَّتَك.

الخُطواتُ

١. ضَعْ **كتابَيْن**، الواحدَ فوقَ الآخرِ، على **طاولةٍ**.

٢. مرِّرْ سبّابتَكَ تحتَ حافةِ الكتابِ الأسفل. وحاولْ، مستخدمًا فقط قوَّةَ إصبعِكَ، أن ترفعَ جانبًا واحدًا للكتابَيْنِ مسافةَ 2 cm أو 3 cm عن الطاولةِ. هل تجدُ صعوبةً في ذلك؟ سجِّلْ ملاحظاتِك.

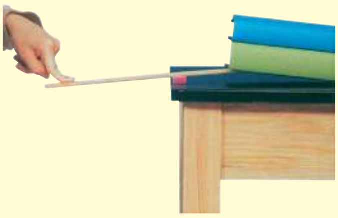
٣. مرِّرْ طرفَ **مسطرةٍ خشبيَّةٍ** تحتَ حافةِ الكتابِ الأسفل. ثم ضعْ تحتَ المسطرةِ بالقربِ من الكتابَيْنِ **ممحاةً** كبيرةً أو أيَّ جسمٍ مشابهٍ لها.

٤. استخدمْ سبّابتَكَ، واضغطْ من جديدٍ، إلى أسفلَ، الطرفَ الحرَّ من المسطرةِ، وحاولْ أن ترفعَ الكتابَيْن. سجِّلْ ملاحظاتِك. **تحذير:** ادفعْ ببطءٍ إلى أسفلَ لتمنعَ المسطرةَ والممحاةَ من الانزلاق.

التحليلُ

١. أيُّهما كانَ أسهلَ: رفعُ الكتابَيْنِ بالإصبعِ فقطْ أم رفعُهما بواسطةِ المسطرةِ؟ برِّرْ إجابتَك.

٢. قارنِ اتِّجاهَ القوَّةِ التي طبَّقها إصبعُكَ على الكتابَيْنِ مع اتِّجاهِ القوَّةِ التي طبَّقَها إصبعُكَ على المسطرةِ لرفعِ الكتابَيْنِ.



القسمُ ١

الشغلُ والقُدرةُ Work In, Work Out

أعطاكَ معلِّمُكَ واجبًا منزليًّا لتنجزَهُ هذا المساءَ. وهو أن تقرأَ، حتى غدٍ، فصلاً كاملاً! إنَّهُ لشغلٌ كبيرٌ!

في الحقيقةِ، بالمعنى العلميِّ، لن تقومَ بتاتًا ببذلِ شغلٍ كبيرٍ! كيفَ يُفسَّرُ ذلك؟ في العلومِ يُبذلُ **شغلٌ** Work عندمَا تحرِّكُ قوَّةٌ ما جسمًا باتِّجاهِها. في المثالِ السابقِ، ربَّما قُمتَ بجهدٍ ذهنيٍّ كبيرٍ لكي تنجزَ واجبَكَ المنزليَّ، لكنَّكَ لم تستخدِمْ أيَّ قوَّةٍ لتحريكِ أيِّ شيءٍ. فأنتَ بالتالي، وبالمعنى العلميِّ، لم تبذلْ شغلاً، سوى الشغلِ الذي ستبذلُهُ وأنتَ تقلبُ صفحاتِ كتابِكَ!

ما الشغلُ؟

يستمتعُ اللاعبُ في **الشكلِ ١** بممارسةِ هوايتِهِ، أليسَ كذلك؟ لكنَّهُ يبذلُ شغلاً، حتّى وهو يلهو. إنَّهُ يبذلُ شغلاً لأنَّهُ يطبِّقُ قوَّةً على كرةِ البولينغ، ويجعلُ الكرةَ تتحرَّكُ وتقطعُ مسافةً ما. إنَّهُ يبذلُ شغلاً على الكرةِ ما دامتْ يدُهُ تلمسُها. لكنَّ الكرةَ تستمرُّ في الابتعادِ عنهُ بعد تركِهِ لها. إذنْ، هو لم يعدْ يبذلُ شغلاً على الكرةِ، لأنَّهُ لم يعدْ يطبِّقُ قوَّةً عليها.

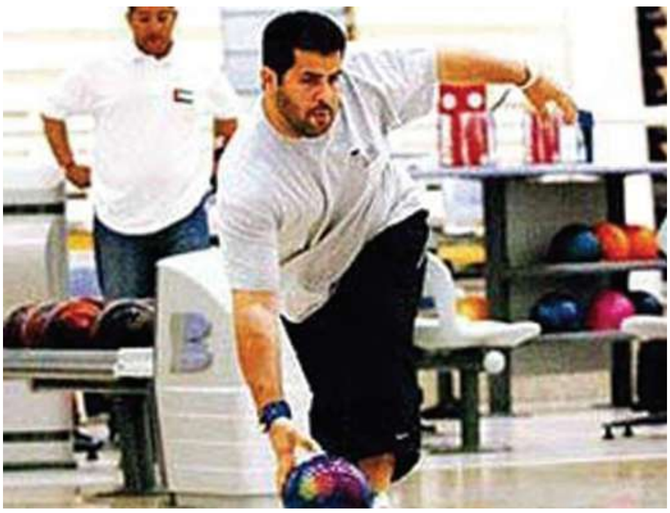
نقلُ الطاقةِ Transfer of Energy

ما يثبتُ لنا أنَّ لاعبَ البولينغ في **الشكلِ ١** قد بذلَ شغلاً على كرةِ البولينغِ هو أنَّ للكرةِ الآن **طاقة حركة**. هذا يعني أنَّ الكرةَ تتحرَّكُ الآنَ. لقد نقلَ اللاعبُ طاقةً إلى الكُرةِ.

الفروقُ بينَ القوَّةِ والشغل

إنَّ تطبيقَ قوَّةٍ لا يعني دائمًا أنَّ شغلاً يُبذلُ. افترضْ أنَّكَ تساهمُ في دفعِ سيّارةٍ معطَّلةٍ. قد تدفعُ وتدفعُ، لكنَّ السيّارةَ لا تتحرَّكُ. وقد يُتعِبُكَ الدفعُ. إلاَّ أنَّكَ لم تبذلْ أيَّ شغلٍ على السيّارةِ، لأنَّ السيّارةَ لم تتحرَّكْ.

أنت تبذلُ شغلاً على السيّارةِ إذا تحرَّكَتِ السيّارةُ. كلَّما طبَّقْتَ قوَّةً على جسمٍ وتحرَّكَ الجسمُ في اتِّجاهِ القوَّةِ، تكونُ قد بذلْتَ شغلاً على هذا الجسمِ.



الشكلُ ١ هل تعلمُ أنَّ رميَ كُرةِ البولينغ هو بذلُ شغلٍ!

مؤشِّراتُ الأداءِ

- يُحدِّدُ متى يُبذلُ شغلٌ على جسمٍ.
- يحسبُ مقدارَ الشغلِ المبذولِ على جسمٍ.
- يوضِّحُ الفرقَ بينَ الشغلِ والقُدرةِ.

المُفرداتُ والمفاهيمُ

الشغلُ	القُدرةُ
الجولُ	الواطُ

استراتيجيَّةُ القراءةِ

مُنظِّمُ القراءةِ: خلالَ قراءتِكَ لهذا القسمِ، ضعْ جدولاً تقارنُ فيه بينَ الشغلِ والقدرةِ.

الشغلُ: نقلُ الطاقةِ إلى جسمٍ باستخدامِ قوَّةٍ تحرِّكُ الجسمَ باتِّجاهِها.

تحقَّقْ

هل يُبذلُ شغلٌ في كلِّ مرَّةٍ تطبَّقُ فيها قوَّةٌ على جسمٍ؟ وضِّحْ إجابتَكَ.

القوَّةُ والحركةُ في الاتِّجاهِ نفسِه

افترضْ أنَّكَ في المطارِ، وأنَّكَ تأخَّرْتَ عن موعدِ رحلتِك. عليكَ أن تركضَ في المطارِ حاملاً حقيبةَ سفرٍ ثقيلةً. بما أنَّكَ تجعلُ الحقيبةَ تتحرَّكُ، فأنتَ تبذلُ شغلاً عليها. هل ذلك صحيح؟ لا، هذا خطأ! لكي يتمَّ بذلُ شغل على جسمٍ ما، يجبُ أن يتحرَّكَ هذا الجسمُ في اتِّجاهِ القوَّةِ نفسِه. إنَّكَ تطبِّقُ قوَّةً لترفعَ الحقيبةَ عن الأرضِ، لكنَّ الحقيبةَ تتحرَّكُ إلى الأمامِ. لذلك، لم تبذلْ أيَّ شغلٍ على الحقيبةِ، إلاّ عندما رفعتَها عن الأرضِ.

يُبذلُ شغلٌ على جسمٍ إذا حصلَ شيئان: (١) أن يتحرَّكَ الجسمُ عندما تُطبَّقُ عليهِ القوَّةُ، (٢) أن يكونَ اتِّجاهُ حركةِ الجسمِ هو اتِّجاهَ القوَّةِ نفسَه. تساعدُكَ الرسومُ والأسهمُ في **الشكل ٢** لتفهمَ متى يُبذلُ شغلٌ على جسمٍ ما.

الشكلُ ٢ شغلٌ أم لا شغل؟

المثال	اتِّجاهُ القوَّةِ	اتِّجاهُ الحركةِ	بذلُ شغلٍ؟
	←	←	نعم
	↑	←	لا
	↑	↑	نعم
	↑	←	لا

رابطُ علمِ الأحياءِ

الشغلُ في جسمِ الإنسانِ

قد لا تبذلُ شغلاً على حقيبتِكَ إذا كنْتَ تحملُها بيدَيْكَ فقط، لكن جسمَكَ سيتعبُ من الجهدِ، لأنَّكَ تَبذلُ شغلاً على عضلاتِكَ داخلَ جسمِك. فعضلاتُكَ تتقلَّصُ آلافَ المرّاتِ خلالَ ثوانٍ وأنتَ تحاولُ منعَ الحقيبةِ من السقوطِ. ما الحالاتُ الأخرى التي تعتقدُ أنَّها تتطلَّبُ شغلاً يُبذلُ في موضعٍ ما داخلَ جسمِك؟ صفْ هذه الحالاتِ.

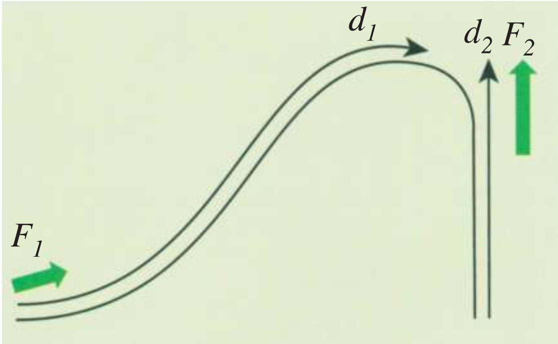
How much work? ما مقدارُ الشغلِ؟

متى يُبذلُ شغلٌ أكبرُ: حينَ يتسلَّقُ متسلِّقٌ الجبلَ فيَصِلُ إلى قمَّتهِ سَيرًا على الأقدامِ عَبْرَ الطريقِ الصاعدةِ (d_1)، أَمْ حينَ يتسلَّقُ الجرفَ مباشرةً بواسطةِ الحِبالِ عَبْرَ المسارِ (d_2)؟ انظر **الشكل ٣**.

الشغلُ نفسُهُ والقُوى مختلفةٌ
Same work and different forces

قد تُفاجأُ حينَ تعلمُ أنَّ كمِّيَّةَ الشغلِ التي يبذلُها المتسلِّقُ ليصلَ قمَّةَ الجبلِ خلالَ الطريقِ الصاعدِ (d_1) هي نفسُها حينَ يتسلَّقُ الجبلَ على المسارِ (d_2) مباشرةً، إلاّ أنَّ تسلُّقَ الجبلِ على الطريقِ الصاعدِ (d_1) أسهلُ، لماذا؟

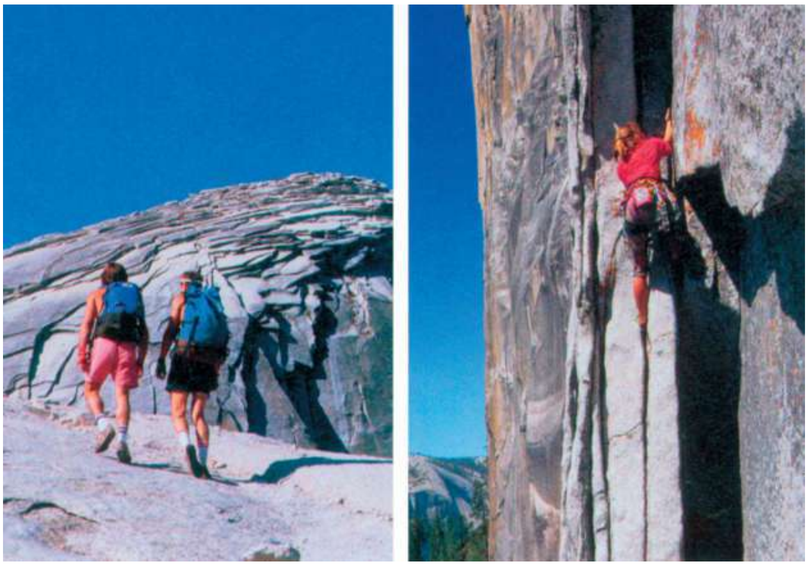
السببُ هو أنَّ الشغلَ يعتمدُ، بالإضافةِ إلى المسافةِ، على القوَّةِ أيضًا. فمتسلِّقُ الجبالِ الذي يصلُ إلى قمَّةِ الجبلِ بتسلُّقِهِ الجرفَ بشكلٍ مباشرٍ، كما هو مبيَّنٌ في **الشكل ٤** يستخدمُ قوَّةً كافيةً تتغلَّبُ على قوَّةِ وزنِهِ. لكن المسافةَ التي يقطعُها وهو يتسلَّقُ الجرفَ أقصرُ من المسافةِ التي يقطعُها المشاةُ سيرًا نحو قمَّةِ الجبلِ نفسِهِ صعودًا على الطريقِ الصاعدةِ. في هاتَيْنِ الطريقتَيْنِ تُبذَلُ كمِّيَّةُ الشغلِ نفسُها. لكنَّ متسلِّقي المنحدرِ سيرًا على الأقدامِ لا يحتاجونَ إلى استخدامِ القوَّةِ المستخدَمةِ في تسلُّقِ الجرفِ إلى الأعلى مباشرةً. هذا يبيِّنُ كيف يمكنُ استخدامُ قوَّةٍ أقلَّ لبذلِ كمِّيَّةِ الشغلِ نفسِها.



الشكلُ ٣ على كلِّ مسارٍ بُذلَ الشغلُ نفسُهُ لحركةِ التسلُّقِ حتى قمَّةِ التلَّةِ، بالرغمِ من أنَّ المسافةَ والقوَّةَ على كِلا المسارَينِ قد اختلفتا.

$$W = F_1 \times d_1 = F_2 \times d_2$$

الشكلُ ٤ يبذلُ المتسلِّقونَ كمِّيَّةَ الشغلِ نفسَها للوصولِ إلى قمَّةِ جبلٍ، سواءٌ، بالسيرِ صعودًا على منحدرٍ أو بالتسلُّقِ الرأسيِّ لجرفٍ.



حسابُ الشغلِ Calculating work

يتمُّ حسابُ الشغلِ *(W)* الذي تبذلُهُ قوَّةٌ *(F)* في تحريكِ جسمٍ، كرفعِ الأثقالِ في **الشكلِ ٥**، منَ العلاقةِ:

$$W = F \times d$$

حيثُ *(d)* المسافةُ الّتي يتحرَّكُها الجسمُ باتّجاهِ القوَّةِ.

يعبَّرُ عن القوَّةِ بالنيوتن (N)، وعن المسافةِ أو الطولِ بالوحدةِ الدوليَّةِ المترِ (m). إذنْ يُعبَّرُ عن الشغلِ بالوحدةِ نيوتن • متر (N•m) التي تُسمَّى **الجول** Joule. بما أنَّ الشغلَ نقلٌ للطاقةِ إلى جسمٍ، فالجولُ (J) وحدة تُستخدَمُ أيضًا لقياسِ الطاقةِ.

الجول: الوحدةُ الدوليَّةُ التي تُستخدَمُ للتعبيرِ عن الطاقةِ؛ وتُعادلُ مقدارَ الشغلِ الذي تبذلُهُ قوَّةُ 1 N خلالَ مسافة ١ متر في اتّجاهِ القوَّةِ (رمزُ الجولِ هو J).

تحقّق

كيف يُحسَبُ الشغلُ؟

الشكلُ ٥ الشغلُ يساوي حاصلَ ضربِ القوَّةِ في المسافةِ



$W = 80\ N \times 1\ m = 80\ J$

القوَّةُ اللازمةُ لرفعِ جسمٍ تساوي قوَّةَ الجاذبيَّةِ المطبَّقة على الجسمِ، أي وزنَ هذا الجسمِ.

$W = 160\ N \times 1\ m = 160\ J$

إذا زدْتَ الوزنَ، عليكَ زيادةُ القوَّةِ اللازمةِ لرفعِ الجسمِ. يؤدِّي ذلك إلى زيادةِ مقدارِ الشغلِ المبذولِ.

$W = 80\ N \times 2\ m = 160\ J$

عندَ زيادةِ المسافةِ المقطوعةِ يزدادُ أيضًا مقدارُ الشغلِ المبذولِ.

مختبرٌ سريعٌ

هيّا إلى الشغلِ! Get to work

١. استخدمْ **خيطًا متينًا** لربطِ **ميزانٍ زنبركيٍّ بكتلةٍ** موضوعةٍ على **طاولةٍ** أفقيَّةٍ.

٢. جُرَّ الكتلةَ ببطءٍ عبرَ الطاولةِ بسحبِ الميزانِ الزنبركيِّ. سجّلْ مقدارَ القوَّةِ التي طبَّقْتَها على الكتلةِ. (حاولْ قدرَ الإمكانِ المحافظةَ على ثباتِ القوَّةِ).

٣. استخدمْ **مسطرةً متريَّةً** لقياسِ المسافةِ التي قطعَتْها الكتلةُ.

٤. استخدمِ الآنَ الميزانَ الزنبركيَّ لتجُرَّ الكتلةَ ببطءٍ على **منحدرٍ** (سطحٍ مائلٍ). اجعلِ الكتلةَ تقطعُ المسافةَ نفسَها التي قطعَتْها على الطاولةِ. سجِّلْ مقدارَ القوَّةِ الثابتةِ التي طبَّقْتَها على الكتلةِ.

٥. احسُبِ الشغلَ الذي بذلْتَهُ على الكتلةِ في كلتا الحالتَيْنِ.

٦. كيف تأثَّرَ كلٌّ من مقدارِ الشغلِ ومقدارِ القوَّةِ بالطريقةِ التي جرَرْتَ الكتلةَ بها؟ ما الطرائقُ الأخرى لجرِّ الكتلةِ التي تستطيعُ اختبارَها؟

القُدْرَة: المعدَّلُ الذي يتمُّ فيه بذلُ الشغلِ أو نقلُ الطاقةِ بوحدةِ الزمن.

الواط: الوَحدةُ الدوليَّةُ المستخدَمةُ للتعبيرِ عن القُدرةِ، وهي معادلةٌ لجولٍ لكلِّ ثانيةٍ (رمزُها W).

القدرةُ: سرعةُ بذلِ الشغل
Power: How fast Work is done

تعبيرُ **القدرة** كما هي الحالُ في تعبيرِ **الشغل**، يُستخدَمُ كثيرًا في لغةِ الحياةِ اليوميَّةِ. لكنَّ تعبيرَ القدرةِ له معنًى خاصٌّ في العلومِ. **القدرةُ** Power هي المعدَّلُ الذي يتمُّ به بذلُ الشغلِ بوحدةِ الزمنِ.

حسابُ القدرةِ Calculating power

لحسابِ القدرةِ (P)، يُقسَمُ مقدارُ الشغلِ المبذولِ (W) على الزمنِ (t) الذي استغرقَهُ بذلُ هذا الشغلِ، وفقًا للمعادلةِ الرياضيَّةِ التاليةِ:

$$\text{Power} = \frac{\text{work}}{\text{time}}$$

$$P = \frac{W}{t}$$

الوحدةُ الدوليَّةُ المستخدمةُ للتعبيرِ عن القدرةِ هي جول لكلِّ ثانيةٍ (J/s)، وتُسمّى أيضًا **الواط** Watt. 1 واط (1 Watt) يساوي 1 J/s. هذا يعني أنَّكَ إذا بذلْتَ شغلاً مقدارُهُ 50 J خلالَ 5 s، فإنَّ قدرتَكَ ستكونُ 10 J/s أو 10 Watt.

تقيسُ القدرةُ سرعةَ حدوثِ الشغلِ، أو سرعةَ نقلِ الطاقةِ. عندما يبذلُ قدرٌ أكبرُ من الشغلِ خلالَ فترةٍ زمنيَّةٍ معيَّنةٍ، تكونُ القدرةُ أكبرَ. وتكونُ القدرةُ أكبرَ أيضًا عندما تقصرُ الفترةُ الزمنيَّةُ التي يتمُّ خلالَها بذلُ كمِّيَّةٍ معيَّنةٍ من الشغلِ. كما يظهرُ في **الشكل ٦**.





الشكل ٦ مهما تكنْ سرعةُ يدِكَ في أثناءِ الصقلِ، فإنَّ آلةَ الصقلِ الكهربائيَّةَ تبذلُ الشغلَ نفسَهُ خلالَ زمنٍ أقصرَ. إذًا، لآلةِ الصقلِ الكهربائيَّةِ قدرةٌ أكبرُ.

تحقَّق

كيف تُحسَبُ القدرةُ؟

نشاطٌ منزليٌّ

تُقاسُ قدرةُ محرِّكاتِ السيّاراتِ بوحدةِ الحصانِ الميكانيكيِّ الذي يُعادلُ (746 Watt). ابحثْ عن أصلِ تسميةِ هذهِ الوحدةِ.

وقْفَةٌ مع الرياضيّاتِ

المزيدُ من حسابِ القدرةِ

خلالَ عرضِ مسرحيَّةٍ، بذلَ مديرُ المسرحِ شغلاً مقدارُهُ 5 976 J لرفعِ الستارةِ خلالَ 12 s. ما قدرةُ مديرِ المسرحِ؟

١- اكتبِ المعادلةَ الرياضيَّةَ للقدرةِ.

$$P = \frac{W}{t}$$

٢- عوِّضْ W و t بقيمتَيْهِما المعطاتَينِ في المسألةِ، وحُلَّ المعادلةَ.

$$P = \frac{5\ 976\ J}{12\ s} = 498\ Watt$$

طبِّقْ

١- يلزمُكَ 10 s لتبذلَ شغلاً مقدارُهُ 150 J كي تحرِّكَ صندوقًا إلى أعلى منحدرٍ. ما مقدارُ قدرتِكَ؟

٢- أُضيءَ مصباحٌ كهربائيٌّ مدَّةَ 12 s. واستهلكَ المصباحُ خلالَ هذه المدَّةِ طاقةً كهربائيَّةً مقدارُها 1200 J. ما قدرةُ هذا المصباحِ؟

مُراجعةُ القسمِ

ملخَّص

- يُبذَلُ شغلٌ عندَما تُحرِّكُ قوَّةٌ جسمًا باتِّجاهِها.
- يُحسبُ الشغلُ بضربِ القوَّةِ في المسافةِ. وحدةُ الشغلِ هي نيوتن • متر، أو جول (J).
- *القدرةُ* قياسٌ لمعدَّلِ بذلِ الشغلِ.
- تُحسبُ القدرةُ كشغلٍ مقسومٍ على الزمنِ. ووحدةُ القدرةِ هي الجُولُ لكلِّ ثانيةٍ، أو الواطُ (Watt).

مراجعةُ المفرداتِ والمفاهيمِ

ما الفرقُ بينَ مفردتَي كُلِّ سؤالٍ؟

١- الشغلُ والقدرةُ.

٢- الجولُ والواطُ.

استيعابُ الأفكارِ الرئيسةِ

٣- كيف يُحسَبُ الشغلُ؟

أ. بضربِ القوَّةِ في المسافةِ.

ب. بقسمةِ القوَّةِ على المسافةِ.

ج. بضربِ القدرةِ في المسافةِ.

د. بقسمةِ القدرةِ على المسافةِ.

مهاراتٌ رياضيّاتٌ

٤- دفعْتَ عربةَ تسوُّقٍ بقوَّةِ 10 N لمسافةِ 10 m. ما مقدارُ الشغلِ الذي بذلْتَهُ؟

٥- بذلْتَ شغلاً مقدارُهُ 100 J خلالَ 5 s، ما مقدارُ قدرتِكَ؟

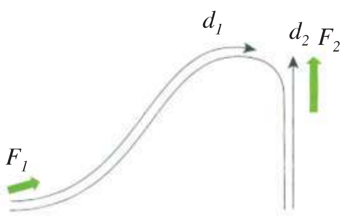
تفكيرٌ ناقدٌ

٦- **تحليلُ العمليّاتِ**: بذلَ لاعبٌ شغلاً لرمي كرةٍ في الهواءِ. هل يستمرُّ اللاعبُ في بذلِ شغلٍ على الكرةِ وهي تطيرُ في الهواءِ؟ علِّلْ إجابتَكَ.

٧- **تطبيقُ المفاهيمِ**: رفعْتَ كرسيًّا يزنُ 50 N إلى ارتفاعِ 0.5 m، ثمَّ حملتَهُ مسافةَ 10 m عبرَ الغرفةِ. ما مقدارُ الشغلِ الذي بذلتَهُ على الكرسيِّ؟

تفسيرُ الأشكالِ التخطيطيَّةِ

٨- ما الفكرةُ التي يُعطيها الرسمُ التخطيطيُّ التالي عن الشغلِ وعن القوَّةِ؟ وضِّحْ إجابتَكَ.



$W = F_1 \times d_1 = F_2 \times d_2$

القسمُ
٢

مؤشّراتُ الأداءِ

- يوضّحُ كيف أنّ الآلةَ تُسهّلُ الشغلَ.
- يوضحُ تغيُّراتِ القوّةِ والمسافةِ في الآلاتِ ويعطي أمثلةً عليها.
- يحسُبُ الفائدةَ الميكانيكيّةَ.
- يوضّحُ لماذا لا تكونُ كفاءةُ الآلاتِ 100%.

المُفرداتُ والمفاهيمُ

الآلةُ
الشغلُ المبذولُ
الشغلُ الناتجُ
الفائدةُ الميكانيكيَّةُ
الكفاءةُ الميكانيكيَّةُ

استراتيجيَّةُ القراءةِ

دليلُ التوقُّعِ: قبلَ قراءةِ هذا القسمِ، اكتبْ عناوينَه الفرعيَّةَ، ثمَّ اكتبْ تحتَ كلِّ عنوانٍ ما تعتقدُ أنَّكَ ستتعلَّمُه.

ما الآلةُ؟ What is a machine?

لا شكَّ في أنَّك لاحظْتَ ما قامَ به والدُكَ، يومَ ثُقِبَ أحدُ إطاراتِ السيّارةِ. لقد ركنَها إلى جانبِ الطريقِ، وسارعَ إلى استبدالِ الإطارِ.

لاحظْتَ كيف فتحَ والدُكَ صندوقَ السيّارةِ وأخرجَ آلةَ رفعِ السيّارةِ ومفتاحَ الدولابِ. ثم رفعَ غطاءَ المحورِ عن الدولابِ، واستخدمَ مفتاحَ الدولابِ، وبدأَ بفكِّ براغي الدولابِ. وضعَ آلةَ رفعِ السيّارةِ تحتَ السيّارةِ وأدارَ ذراعَ آلةِ رفعِ السيّارةِ عدَّةَ مرّاتٍ، حتّى لم يعدِ الدولابُ يلامسُ الأرضَ. استبدلَ والدُكَ بالدولابِ المعطَّلِ الدولابَ الاحتياطيَّ، وشرعَ في إنزالِ آلةِ رفعِ السيّارةِ.

تنفَّسْتَ الصعداءَ. «لم يكنْ ذلك بالصعوبةِ التي اعتقدْتَها». عندَما أوصلَكَ والدُكَ إلى مدينةِ الألعابِ، فكَّرتَ كم كنتَ محظوظًا بأن تكونَ سيّارةُ والدِكَ مجهَّزةً بما يلزمُ لتغييرِ الدولابِ.

الآلاتُ تجعلُ الشغلَ أسهلَ

تخيَّلِ الآنَ أنَّكَ تُغيِّرُ الدولابَ بلا مرفاعٍ ومفتاحِ دولابٍ. هل سيكونُ ذلكَ سهلاً؟ لا، كنْتَ ستحتاجُ إلى عدَّةِ أشخاصٍ ليساعدوكَ على رفعِ السيّارةِ! تحتاجُ أحيانًا إلى مساعدةِ الآلاتِ لبذلِ الشغلِ. **الآلةُ** Machine جهازٌ يسهِّلُ الشغلَ بتغييرِ مقدارِ القوَّةِ أو اتِّجاهِها.

عندَما تفكِّرُ في الآلاتِ، قد تفكِّرُ في أشياءَ كالسيّاراتِ، أو التجهيزاتِ الضخمةِ، وحتى في الحواسيبِ. لكنْ ليسَتْ جميعُ الآلاتِ معقَّدةً. فأنتَ، في الحقيقةِ، تَستخدِمُ في حياتِكَ اليوميَّةِ آلاتٍ بسيطةً. يبيِّنُ **الشكلُ ١** بعضَ الأمثلةِ على الآلاتِ.

الشكلُ ١ آلاتٌ في الحياةِ اليوميَّةِ



الشغلُ المبذولُ والشغلُ الناتجُ Work in and out

افترضْ أنَّكَ تريدُ رفعَ غطاءِ علبةِ الصِّباغِ لتفتحَها. ماذا تفعلُ؟ الطريقةُ المباشرةُ هي أن ترفعَ الغطاءَ مستخدمًا آلةً شائعةً تُسمّى **الرافعة**. يُبيِّنُ **الشكلُ ٢** مفكًّا للبراغي استُخدمَ كرافعةٍ. تضعُ رأسَ المفكِّ تحتَ حافةِ الغطاءِ، ثم تدفعُ مقبضَ المفكِّ إلى أسفلَ. يرفعُ رأسُ المفكِّ الغطاءَ عندَما تدفعُ إلى أسفلَ. بكلماتٍ أخرى، تبذلُ شغلاً على المفكِّ، ويبذلُ المفكُّ بدورِهِ شغلاً على الغطاءِ.

يُبذلُ شغلٌ عندَما تُطبَّقُ قوَّةٌ على مدى مسافةٍ. انظرْ من جديدٍ إلى **الشكل ٢**. الشغلُ الذي بذلتَهُ على الآلةِ يُسمّى **الشغلَ المبذولَ** Work input طبَّقْتَ قوَّةً تسمّى **القوَّةَ المطبقَّةَ**، على الآلةِ عبرَ مسافةٍ. الشغلُ الذي تبذلُهُ الآلةُ على جسمٍ ما يُسمّى **الشغلَ الناتجَ** Work output تطبِّقُ الآلةُ عبرَ مسافةٍ ما قوَّةً، تُسمّى **القوَّةَ الناتجةَ**.

الآلةُ: جهازٌ يساعدُ على بذلِ شغلٍ سواءٌ بالتغلُّبِ على قوَّةٍ أو بتغييرِ اتّجاهِ القوَّةِ المطبَّقةِ.

الشغلُ المبذولُ: الشغلُ المبذولُ على آلةٍ؛ وهو حاصلُ ضربِ القوَّةِ المطبَّقةِ في المسافةِ التي تطبَّقُ فيها هذه القوَّةُ.

الشغلُ الناتجُ: الشغلُ الذي تبذلُهُ آلةٌ؛ وهو حاصلُ ضربِ القوَّةِ الناتجةِ في المسافةِ التي تطبَّقُ فيها هذه القوَّةُ.

كيفَ تساعدُنا الآلاتُ؟ How machines help?

تظنُّ أنَّ الآلةَ تساعدُكَ لأنَّها تزيدُ مقدارَ الشغلِ المبذولِ. ذلك ليسَ صحيحًا. إذا ضربتَ كلاًّ من القوَّتيْنِ في المسافةِ التي طُبِّقتْ عبرَها في **الشكل ٢** (تذكَّرْ أنَّ ش = ق × م) تجدُ أنَّ المفكَّ لن يبذلَ شغلاً على الغطاءِ أكبرَ من الشغلِ الذي بَذلَتْهُ يدُكَ على المفكِّ. لا يمكنُ أبدًا للشغلِ الناتجِ أن يكونَ أكبرَ من الشغلِ المبذولِ. تسمحُ الآلاتُ بتطبيقِ القوى على مسافاتٍ أطولَ، فتصبحُ هناكَ حاجةٌ إلى قوَّةٍ أقلَّ لبذلِ القدْرِ نفسِهِ من الشغلِ. أي أنَّ الآلةَ تساعدُنا بتقليلِ القوَّةِ المطبقَّةِ أو تغييرِ اتِّجاهِها أو الاثنيْنِ معًا لبذلِ الشغلِ نفسِه.

تحقَّقْ

كيفَ تسهِّلُ الآلاتُ الشغلَ؟



الشكلُ ٢ عندَما تستخدمُ آلةً، فإنَّكَ تبذلُ شغلاً على الآلةِ، والآلةُ تبذلُ بدورِها شغلاً على شيءٍ آخرَ.

تغيراتُ القوَّةِ والمسافةِ في الآلةِ

إنَّ كمِّيَّةَ الشغلِ نفسَها تُبذلُ مع منحدرٍ (مستوٍ مائل) أو من دونِه، كما في **الشكل ٣**. يخفِّضُ المنحدرُ مقدارَ القوَّةِ المطبَّقةِ اللازمةِ لرفعِ الصندوق، لكنَّهُ في الوقتِ نفسِهِ يزيدُ المسافةَ التي ستُطبَّقُ القوَّةُ على مداها. بالتالي، تسمحُ الآلةُ بتطبيقِ قوَّةٍ أقلَّ على مدى مسافةٍ أطول.

عندما تغيِّرُ الآلةُ مقدارَ القوَّةِ، يجبُ أن تتغيَّرَ أيضًا المسافةُ التي تطبَّقُ على مداها القوَّةُ. يمكنُ أن تزدادَ القوَّةُ أو المسافةُ، ولكن لا يمكنُ للقوَّةِ والمسافةِ أن تزدادا معًا، إذ عندما تزدادُ إحداهُما تنقصُ الأخرى ليبقى الشغلُ نفسُهُ كما في **الشكلُ ٤**. كما أنَّ بعضَ الآلاتِ تغيِّرُ فقط اتِّجاهَ القوَّةِ، دونَ أن تغيِّرَ مقدارَ القوَّةِ أو مقدارَ المسافةِ التي ستطبَّقُ على مداها القوَّةُ.

تحقَّقْ

ما الشيئانِ اللذانِ يمكنُ أن تغيِّرَهُما آلةٌ عندما يُبذلُ شغلٌ؟

الشكلُ ٣ القوَّةُ والمسافة



رفعُ الصندوقِ رأسيًّا إلى أعلى يحتاجُ إلى قوَّةٍ مطبَّقةٍ تساوي وزنَ الصندوقِ.

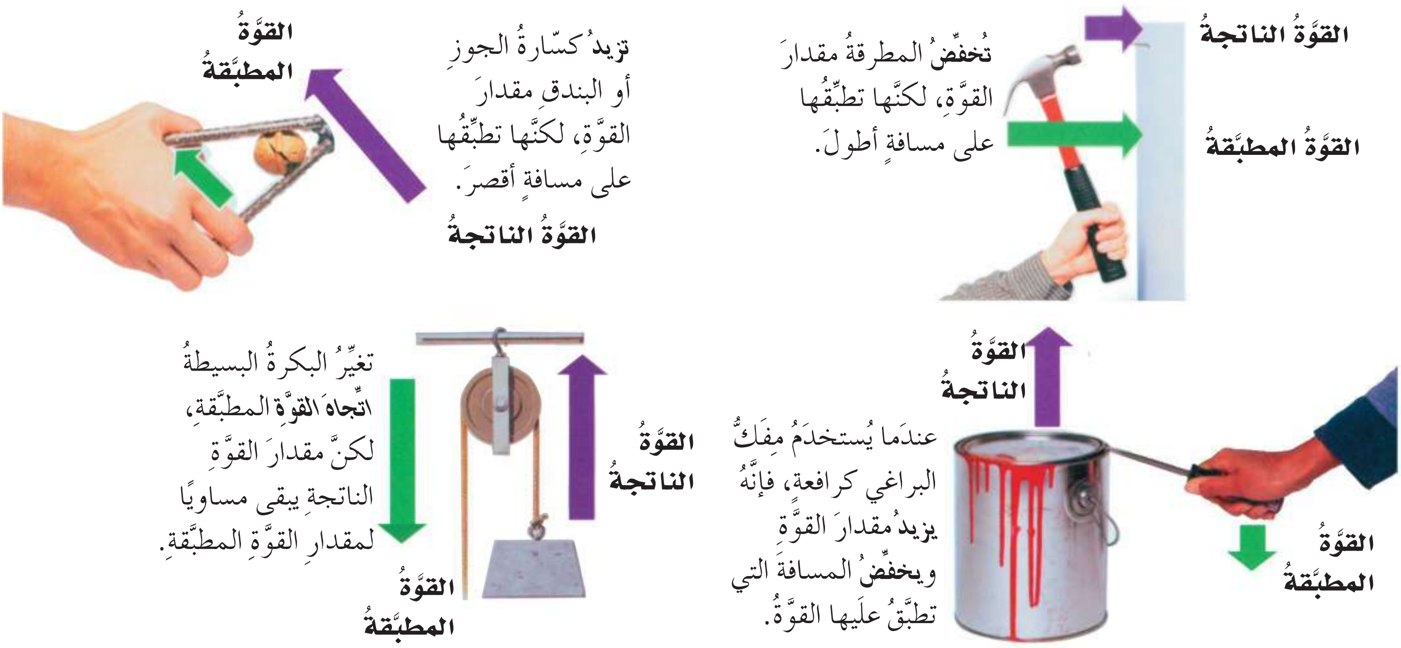
W = 450 N x 1 m = 450 J



يحتاجُ استخدامُ منحدرٍ لرفعِ الصندوقِ إلى قوَّةٍ مطبَّقةٍ أقلَّ من وزنِ الصندوقِ، لأنّها تطبَّقُ على مسافةٍ أطولَ ممّا لو رُفعَ رأسيًّا دونَ منحدرٍ.

W = 150 N x 3 m = 450 J

الشكلُ ٤ تُغيِّرُ الآلةُ مقدارَ القوّةِ أو اتّجاهِها أو كلَيهِما



الفائدةُ الميكانيكيَّةُ Mechanical advantage

تسهِّلُ بعضُ الآلاتِ بذلَ الشغلِ أكثرَ من غيرِها، لأنَّها تزيدُ القوّةَ أكثرَ من آلاتٍ أُخرى. **الفائدةُ الميكانيكيَّةُ Mechanical advantage** هي عددُ المرّاتِ التي تُضاعِفُ بها الآلةُ القوّةَ. أي أنَّ الفائدةَ الميكانيكيَّةَ هي النسبةُ بينَ القوّةِ الناتجةِ والقوّةِ المطبَّقةِ.

الفائدةُ الميكانيكيَّةُ: عددٌ يُخبِرُكَ كم مرَّةً تضاعفُ الآلةُ القوّةَ.

حسابُ الفائدةِ الميكانيكيَّةِ
Calculating mechanical advantage

تستطيعُ أن تجدَ الفائدةَ الميكانيكيَّةَ باستخدامِ العلاقةِ الرياضيَّةِ التالية:

$$\text{الفائدةُ الميكانيكيَّةُ} = \frac{\text{القوّةُ الناتجة}}{\text{القوّةِ المطبَّقةِ}}$$

تخيَّلْ، مثلاً، أن عليكَ دفعَ وزنٍ مقدارُهُ 500 N صعودًا على منحدرٍ، وأنَّكَ تحتاجُ فقط إلى قوّةِ دفعٍ مقدارُها 50 N طوالَ الوقتِ. يمكنُكَ أن تُحسُبَ الفائدةَ الميكانيكيَّةَ للمنحدرِ كما يلي:

$$\text{الفائدةُ الميكانيكيَّةُ} : \frac{500\ \text{N}}{50\ \text{N}} = 10$$

يمكنُ للآلةِ ذاتِ الفائدةِ الميكانيكيَّةِ الأكبرِ من ١ أن تساعدَ على تحريكِ الأجسامِ الثقيلةِ أو رفعِها، لأنَّ القوّةَ الناتجةَ ستكونُ أكبرَ من القوّةِ المطبَّقةِ. أمّا الآلةُ ذاتُ الفائدةِ الميكانيكيَّةِ الأقلِّ من ١ فإنَّها تخفضُ القوّةَ الناتجةَ، لكنَّها تزيدُ المسافةَ التي ستنتقلُ عليها الأجسامُ. يُبيِّنُ **الشكلُ ٤** مثالاً على آلةٍ من هذا النوعِ هي المطرقة.

وقفةٌ مع الرياضيّاتِ

إيجادُ الفائدةِ

يستخدمُ بقّالٌ عربةَ يدٍ لرفعِ صندوقِ أغذيةٍ معلَّبةٍ. افترضْ أنَّهُ طبَّقَ قوّةً مقدارُها 40 N على العربةِ، وأنَّ العربةَ أثَّرتْ في صندوقِ المعلَّباتِ بقوّةٍ مقدارُها 320 N. ما الفائدةُ الميكانيكيَّةُ لهذهِ العربةِ؟

الكفاءةُ الميكانيكيَّةُ Mechanical efficiency

لا يمكنُ أبدًا أن يكونَ الشغلُ الناتجُ لآلةٍ أكبرَ من الشغلِ المبذولِ. في الحقيقةِ، يكونُ الشغلُ الناتجُ لآلةٍ هو دائمًا أقلَّ من الشغلِ المبذولِ. لماذا؟ يُستخدَمُ جزءٌ من الشغلِ الذي تبذلُهُ الآلةُ للتغلُّبِ على قوَّةِ احتكاكٍ ناتجةٍ عن استخدامِ الآلةِ. لكن تذكَّرْ دائمًا أنَّ أيَّ شغلٍ لا يفقدُ. فالشغلُ الناتجُ + الشغلِ المبذولِ للتغلُّبِ على الاحتكاكِ = الشغلَ المبذولَ.

كلَّما كانَ الشغلُ المبذولُ للتغلُّبِ على الاحتكاكِ أقلَّ، كانتْ كفاءةُ الآلةِ أعلى. **الكفاءةُ الميكانيكيَّةُ Mechanical efficiency** هي مقارنةُ الشغلِ الناتجِ بالشغلِ المبذولِ.

حسابُ الكفاءةِ Calculating mechanical

تُحسبُ الكفاءةُ الميكانيكيَّةُ لآلةٍ باستخدامِ العلاقةِ الرياضيَّةِ التاليةِ:

$$\text{الكفاءةُ الميكانيكيَّةُ} = \frac{\text{الشغلُ الناتجُ}}{\text{الشغلُ المبذولُ}} \times 100\%$$

يدلُّ العددُ 100 في هذه المعادلةِ، على أنَّ الكفاءةَ الميكانيكيَّةَ يعبَّرُ عنها كنسبةٍ مئويَّةٍ. تدلُّ الكفاءةُ الميكانيكيَّةُ على النسبةِ المئويَّةِ للشغلِ المبذولِ الذي تحوَّلَ إلى شغلٍ ناتجٍ.

يبيِّنُ **الشكلُ ٥** آلةً تُستخدَمُ لثقْبِ لوحٍ فلزيٍّ. استُخدِمَ جزءٌ من الشغلِ المبذولِ للتغلُّبِ على الاحتكاكِ بينَ اللوحِ والمثقبِ. لا يمكنُ استخدامُ هذا الجزءِ من الطاقةِ لبذلِ شغلٍ على المكعَّبِ الفولاذيِّ. بدلاً من ذلك، تُسخِّنُ هذه الطاقةُ الفولاذَ والآلةَ نفسَها كذلك.



الشكلُ ٥ في هذه الآلةِ، يتحوَّلُ جزءٌ من الشغلِ المبذولِ إلى طاقةٍ صوتيَّةٍ وطاقةٍ حراريَّةٍ.

الكفاءةُ الميكانيكيَّةُ: كمِّيَّةٌ، يعبَّرُ عنها عادةً كنسبةٍ مئويَّةٍ، تقيسُ نسبةَ الشغلِ الناتجِ إلى الشغلِ المبذولِ، ويمكنُ حسابُها بقسمةِ الشغلِ الناتجِ على الشغلِ المبذولِ.

نشاطٌ منزليٌّ

احتكاكٌ مفيدٌ

يوجدُ دائمًا احتكاكٌ عندما يتلامسُ جسمانِ، أو يحفُّ أحدُهما بالآخرِ. يُبطئُ الاحتكاكُ عادةً حركةَ الأجزاءِ المتحرِّكةِ من الآلةِ ويسخِّنُها. في بعضِ الحالاتِ، تصمَّمُ أجزاءٌ من آلةٍ لزيادةِ الاحتكاكِ. لاحظْ في المنزلِ ثلاثَ حالاتٍ، تكونُ فيها قوى الاحتكاكِ مفيدةً. صفْ هذه القوى.

تحقَّقْ

كيفَ تُحسَبُ الكفاءةُ الميكانيكيَّةُ؟

الكفاءةُ المثاليَّةُ للآلة Perfect efficiency

الآلةُ المثاليَّةُ آلةٌ تساوي كفاءتُها الميكانيكيَّةُ ١٠٠ ٪. يجبُ أن يكونَ الشغلُ الناتجُ المفيدُ للآلةِ المثاليَّةِ مساويًا للشغلِ المبذولِ عليها. الآلاتُ المثاليَّةُ يستحيلُ صنعُها، لأنَّ لكلِّ آلةٍ أجزاءً متحرِّكةً. تَستخدِمُ دائمًا الأجزاءُ المتحرِّكةُ جزءًا من الشغلِ المبذولِ للتغلُّبِ على قوى الاحتكاكِ. لكنَّ التقنيّاتِ الجديدةَ ساعدَتْ على زيادةِ الكفاءةِ بحيثُ أصبحَ المزيدُ من الطاقةِ متيسِّرًا لتحويلِهِ إلى شغلٍ مفيدٍ. يعومُ القطارُ في **الشكل ٦** فوقَ مغانطَ، حيثُ يكادُ ينعدمُ الاحتكاكُ بينَ القطارِ وسكَّةِ الحديدِ. تَستخدِمُ آلاتٌ أخرى موادَّ تشحيمٍ كالزيتِ والشحمِ، لتخفيفِ قوةِ الاحتكاكِ بينَ أجزائِها المتحرِّكةِ، ممّا يجعلُ هذهِ الآلاتِ أكثرَ كفاءةً.



الشكلُ ٦ في قطارِ ماجليف يوجدُ احتكاكٌ ضئيلٌ بينَ هذا القطارِ وسكَّتِهِ، لأنَّهُ رُفعَ عنها بواسطةِ مغانطَ. فهو ذو كفاءةٍ ميكانيكيَّةٍ عاليةٍ جدًّا.

مُراجعةُ القسم

ملخَّص

- تسهِّلُ الآلةُ بذلَ الشغلِ بتغييرِ مقدارِ القوَّةِ أو اتِّجاهِها (أو كليهما).
- يمكنُ لآلةٍ أن تزيدَ القوَّةَ أو المسافةَ، لكنْ لا يمكنُ أنْ تزيدَهما معًا.
- تدلُّ الفائدةُ الميكانيكيَّةُ كم مرَّةً تضاعفُ الآلةُ القوَّةَ.
- الكفاءةُ الميكانيكيَّةُ هي مقارنةُ الشغلِ الناتجِ للآلةِ بالشغلِ المبذولِ.
- لا تكونُ كفاءةُ الآلاتِ ١٠٠ ٪، لأنَّ جزءًا من الشغلِ المبذولِ يُستخدَمُ للتغلُّبِ على الاحتكاكِ.

مراجعةُ المفرداتِ والمفاهيمِ

ما الفرقُ بينَ مفردتَيْ كلِّ سؤالٍ؟

١. الشغلُ المبذولُ والشغلُ الناتجُ.

٢. الفائدةُ الميكانيكيَّةُ والكفاءةُ الميكانيكيَّةُ.

استيعابُ الأفكارِ الرئيسةِ

٣. أيٌّ ممّا يلي هو الطريقةُ الصحيحةُ لحسابِ الفائدةِ الميكانيكيَّةِ؟

أ. القوَّةُ المطبَّقةُ ÷ القوَّةِ الناتجةِ.
ب. القوَّةُ الناتجةُ ÷ القوَّةِ المطبَّقةِ.
ج. الشغلُ المبذولُ ÷ الشغلِ الناتجِ.
د. الشغلُ الناتجُ ÷ الشغلِ المبذولِ.

٤. وضِّحْ كيفَ يجعلُ استخدامُ المنحدرِ الشغلَ أسهلَ.

٥. أعطِ مثالًا خاصًّا على آلةٍ، وصفْ كيفَ ينبغي حسابُ كفاءتِها الميكانيكيَّةِ.

٦. لماذا لا يمكنُ أنْ تكونَ كفاءةُ أيِّ آلةٍ ١٠٠ ٪؟

مهاراتٌ رياضيّاتٌ

٧. افترضْ أنَّكَ تطبِّقُ 60 N على آلةٍ، وأنَّ الآلةَ تطبِّقُ 300 N على جسمٍ آخرَ. ما الفائدةُ الميكانيكيَّةُ للآلةِ؟

٨. ما الكفاءةُ الميكانيكيَّةُ لآلةٍ إذا كانَ الشغلُ المبذولُ فيها 100 J، والشغلُ الناتجُ 30 J؟

تفكيرٌ ناقدٌ

٩. **استدلال**: الفائدةُ الميكانيكيَّةُ لآلةٍ تساوي ٣. فيمَ تختلفُ المسافةُ التي تطبَّقُ على مداها القوَّةُ الناتجةُ عن المسافةِ التي تطبَّقُ على مداها القوَّةُ المطبَّقةُ؟

١٠. **تحليلُ العمليّاتِ**: صفْ تأثيرَ قوى الاحتكاكِ في الكفاءةِ الميكانيكيَّةِ لآلةٍ. كيفَ تزيدُ موادُّ التشحيمِ الكفاءةَ الميكانيكيَّةَ لآلةٍ؟

القسمُ ٣

مؤشِّراتُ الأداءِ

- يُحدِّدُ الأنواعَ الستَّةَ للآلاتِ البسيطةِ ويعطي أمثلةً عليها.
- يُحلِّلُ الفائدةَ الميكانيكيَّةَ التي توفِّرُها كلُّ آلةٍ بسيطةٍ.

المُفرداتُ والمفاهيمُ

العتلةُ	الإسفينُ
البكرةُ	البرغي
الدولابُ والمحورُ	المُستوى المائلُ

استراتيجيَّةُ القراءةِ

مساعدٌ للتذكُّرِ: قبلَ قراءةِ هذا القسمِ، ابتكرْ مساعدًا للتذكُّرِ يساعدُكَ على تذكُّرِ الفرقِ بينَ أنواعِ العتلاتِ.

أنواعُ الآلاتِ Types of Machines

تخيَّلْ أنَّهُ يومٌ صيفيٌّ حارٌّ. وأمامَكَ بطِّيخةٌ حمراءُ مثلَّجةٌ. سيكونُ مذاقُها شهيًّا وباردًا، هذا إذا كانَتْ لدَيكَ آلةٌ لتقطيعِها.

الآلةُ التي تحتاجُ إليها هي السكِّينُ. لكن هل السكِّينُ آلةٌ؟ السكِّينُ هي في الحقيقةِ إسفينٌ حادٌّ جدًّا، والإسفينُ إحدى الآلاتِ الستِّ البسيطةِ. الآلاتُ الستُّ البسيطةُ هي العتلةُ، والمستوى المائلُ، والإسفينُ، والبرغيُّ، والبكرةُ، والدولابُ والمحورُ. تتكوَّنُ جميعُ الآلاتِ من آلةٍ بسيطةٍ أو أكثرَ.

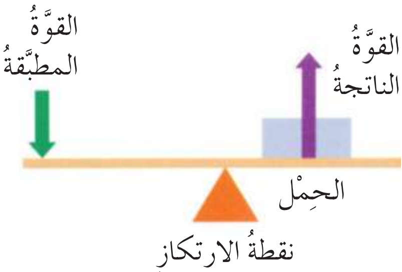
العتلاتُ Levers

هل سبقَ لك أن استخدمْتَ الجزءَ المشقوقَ من طرفِ المطرقةِ لنزعِ مسمارٍ من قطعةِ خشبٍ؟ إذا حدثَ ذلك، فإنَّكَ تكونُ قد استخدمْتَ المطرقةَ كعتلةٍ. **العتلةُ** Lever آلةٌ بسيطةٌ مكوَّنةٌ من ساقٍ ترتكزُ على نقطةٍ ثابتةٍ، تُسمّى نقطةَ الارتكازِ. تُستخدَمُ العتلاتُ لتطبيقِ قوَّةٍ على حِمْلٍ. يوجدُ ثلاثةُ أنواعٍ من العتلاتِ التي تختلفُ باختلافِ مواقعِ كلٍّ من نقطةِ الارتكازِ، والحِمْلِ، والقوَّةِ المطبقَّةِ بعضِها من بعضٍ.

عتلاتُ النوعِ الأوَّلِ

في عتلاتِ النوعِ الأوَّلِ، تكونُ نقطةُ الارتكازِ بينَ القوَّةِ المطبَّقةِ والحِمْلِ، كما هو مبيَّنٌ في **الشكلِ ١**. تغيِّرُ دائمًا عتلاتُ النوعِ الأوَّلِ اتِّجاهَ القوَّةِ المطبَّقةِ. بالاعتمادِ على موقعِ نقطةِ الارتكازِ يمكنُ لعتلاتِ النوعِ الأوَّلِ أن تُستخدَمَ إما لزيادةِ القوَّةِ وإمّا لزيادةِ المسافةِ.

الشكلُ ١ أمثلةٌ على عتلاتِ النوعِ الأوَّلِ



عندَما تكونُ نقطةُ الارتكازِ أقربَ إلى الحِمل منها إلى القوَّةِ المطبَّقةِ، تكونُ للعتلةِ **فائدةٌ ميكانيكيَّةٌ أكبرُ من ١**. ازدادتِ القوَّةُ الناتجةُ لأنَّها مطبَّقةٌ على مسافةٍ أقلَّ.

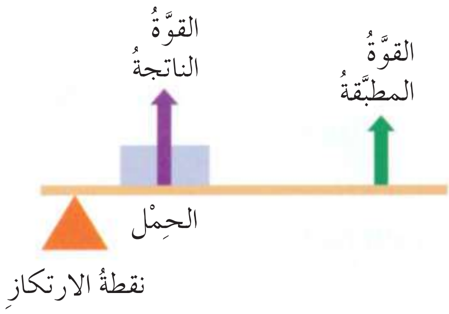


عندَما تكونُ نقطةُ الارتكازِ بالضبطِ عندَ المنتصفِ، تكونُ للعتلةِ **فائدةٌ ميكانيكيَّةٌ ١**. كما في الأُرجوحةِ (الصاعدة – النازلة) حيثُ تكونُ القوَّةُ الناتجةُ مساويةً للقوَّةِ المطبَّقةِ لأنَّهما تؤثِّرانِ على البُعدِ نفسِه.



عندَما تكونُ نقطةُ الارتكازِ أقربَ إلى القوَّةِ المطبَّقةِ منها إلى الحِملِ، تكونُ للعتلةِ **فائدةٌ ميكانيكيَّةٌ أقلُّ من ١**. بما أنَّ القوَّةَ الناتجةَ أقلُّ من القوَّةِ المطبَّقةِ، فإنَّ المسافةَ تزدادُ.

الشكلُ ٢ أمثلةٌ على عتلاتِ النوعِ الثاني



في **عتلةِ النوعِ الثاني**، يكونُ الحِمْلُ بينَ القوَّةِ المطبَّقةِ ونقطةِ الارتكازِ.





يؤدّي استخدامُ عتلةِ النوعِ الثاني إلى **فائدةٍ ميكانيكيَّةٍ أكبرَ من ١**. كلَّما اقتربَ الحِمْلُ من نقطةِ الارتكازِ ازدادتْ القوَّةُ الناتجةُ ومعها الفائدةُ الميكانيكيَّةُ.

عتلاتُ النوعِ الثاني

يقعُ الحِمْلُ في عتلةِ النوعِ الثاني بينَ نقطةِ الارتكازِ والقوَّةِ المطبَّقةِ، كما يظهرُ في **الشكل ٢**. لا تغيِّرُ عتلاتُ النوعِ الثاني اتِّجاهَ القوَّةِ المطبَّقةِ. لكنَّها تسمحُ لك بتطبيقِ قوَّةٍ أقلَّ من القوَّةِ التي يطبِّقُها الحِمْلُ. بما أنَّ القوَّةَ الناتجةَ أكبرُ من القوَّةِ المطبَّقةِ، فإنَّك ستحتاجُ إلى تطبيقِ القوَّةِ المطبَّقةِ على مسافةٍ أطول.

العتلة: آلةٌ بسيطةٌ مكوَّنةٌ من ساقٍ ترتكزُ على نقطةٍ ثابتةٍ تُسمَّى *نقطةَ الارتكازِ*.

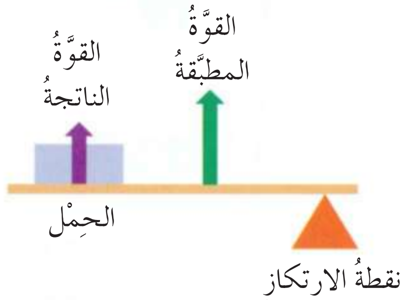
تحقَّقْ

فيمَ تختلفُ الأنواعُ الثلاثةُ للعتلاتِ؟

عتلاتُ النوعِ الثالثِ

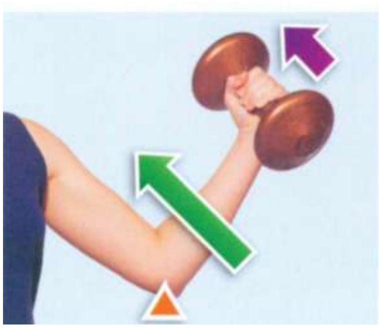
تقعُ القوَّةُ المطبَّقةُ في عتلةِ النوعِ الثالثِ بينَ نقطةِ الارتكازِ والحِمْلِ، كما هو مبيَّنٌ في **الشكل ٣**. لا تغيِّرُ عتلاتُ النوعِ الثالثِ اتِّجاهَ القوَّةِ المطبَّقةِ. كذلك، لا تضاعفُ هذه العتلاتُ القوَّةَ المطبَّقةَ. بالتالي، ستكونُ دائمًا القوَّةُ الناتجةُ أقلَّ من القوَّةِ المطبَّقةِ.

الشكلُ ٣ أمثلةٌ على عتلاتِ النوعِ الثالثِ



في **عتلةِ النوعِ الثالثِ** تكونُ القوَّةُ المطبَّقةُ بين نقطةِ الارتكازِ والحِمْلِ.





يؤدّي استخدامُ عتلةِ النوعِ الثالثِ إلى **فائدةٍ ميكانيكيَّةٍ أقلَّ من ١** لأنَّ القوَّةَ تنقصُ. لكنَّ عتلاتِ النوعِ الثالثِ تزيدُ المسافةَ التي تطبَّقُ على مداها القوَّةُ الناتجةُ.

البكرة: آلةٌ بسيطةٌ مكوّنةٌ من دولابٍ يمرُّ على محيطِه حبلٌ أو سلكٌ أو سلسلةٌ.

البكراتُ

عندما تشدُّ حبلاً لإزاحةِ ستائرِ النافذةِ، فإنَّكَ تستخدمُ بكرةً. **البكرةُ** **Pulley** آلةٌ بسيطةٌ مكوّنةٌ من دولابٍ ذي إطارٍ جُوَّفَ محيطُهُ يمرُّ فيه حبلٌ أو سلكٌ. يُربطُ الحِمْلُ بأحدِ أطرافِ الحبلِ، وتطبَّقُ القوّةُ المطبَّقةُ على الطرفِ الآخرِ للحبلِ. يبيّنُ **الشكلُ ٤** أنواعَ البكراتِ.

البكراتُ الثابتةُ

يكونُ محورُ البكرةِ الثابتةِ مثبّتًا بشيءٍ لا يتحرَّكُ. ويُمكنُكَ باستخدامِ البكرةِ الثابتةِ أن تشدَّ الحبلَ إلى أسفلَ لترفعَ الحِمْلَ إلى أعلى، فتغيِّرُ البكرةُ اتِّجاهَ القوّةِ. تستخدمُ المصاعدُ البكراتِ الثابتةَ.

البكراتُ المتحرِّكةُ

بعكسِ البكراتِ الثابتةِ، يثبَّتُ محورُ البكرةِ المتحرِّكةِ بالجسمِ الذي نريدُ تحريكَه. لا تغيِّرُ البكرةُ المتحرِّكةُ اتّجاهَ القوّةِ، بل تزيدُ من مقدارِ القوّةِ الناتجةِ وتزيدُ المسافةَ التي تطبَّقُ عليها القوّةُ المطبَّقةُ.

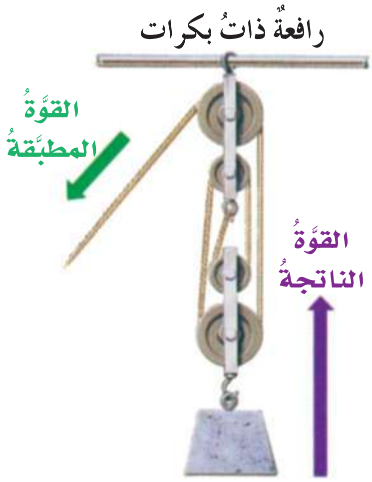
البكّارات

عندما تُستخدَمُ بكرةٌ متحرِّكةٌ وبكرةٌ ثابتةٌ معًا، يُسمّى نظامُ الحبالِ والبكراتِ هذا **البكّارة**. تعتمدُ الفائدةُ الميكانيكيَّةُ للبكّارةِ على عددِ أجزاءِ الحبلِ الموجودةِ بين كلِّ بكرةٍ ثابتةٍ وبكرةٍ متحرِّكةٍ.

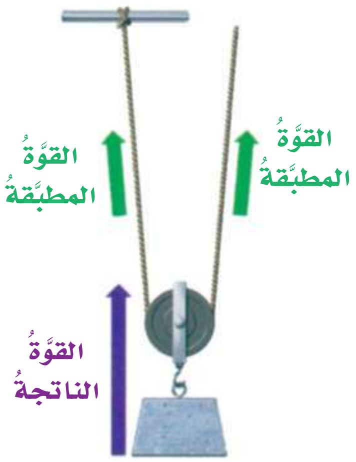


مصعدٌ كهربائيٌّ

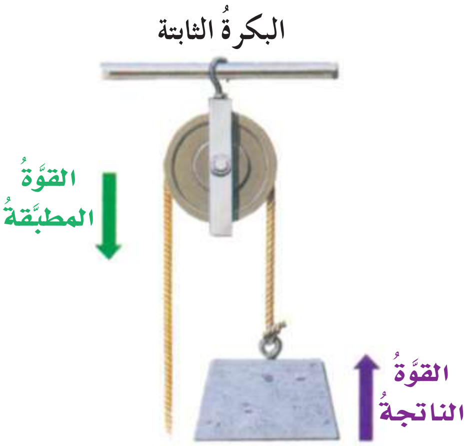
الشكلُ ٤ أنواعُ البكراتِ



الفائدةُ الميكانيكيَّةُ لهذهِ **الرافعةِ** هي ٤، لوجودِ ٤ أجزاءٍ للحبلِ. إنَّها تضاعفُ القوّةَ المطبَّقةَ التي تطبِّقُها أنت ٤ مرّاتٍ، لكنْ عليكَ أن تشدَّ الحبلَ ٤ م كلَّما ارتفعَ الحِمْلُ ١ م.



تتحرَّكُ **البكرةُ المتحرِّكةُ** مع الحِمْلِ عندما يُرفعُ الحِمْلُ. الفائدةُ الميكانيكيَّةُ للبكرةِ المتحرِّكةِ هي ٢.

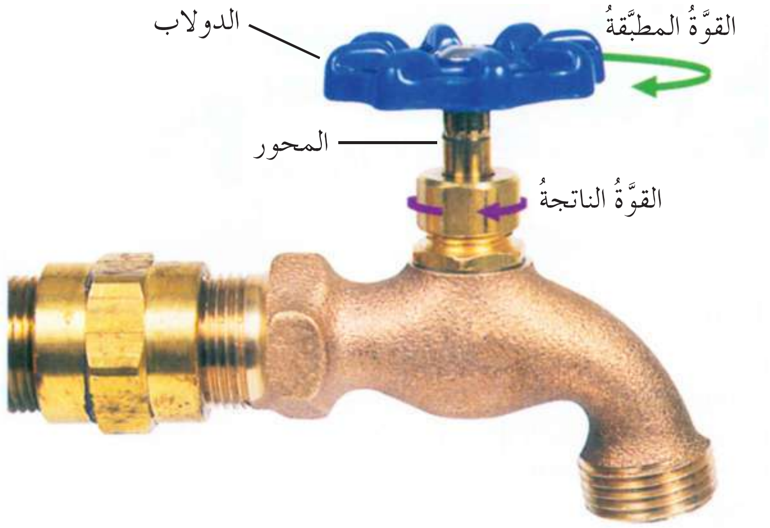


البكرةُ الثابتةُ تدورُ وحدَها فقط. مقدارُ القوّةِ المطبَّقةِ هو نفسُهُ مقدارُ القوّةِ الناتجةِ. بالتالي الفائدةُ الميكانيكيَّةُ للبكرةِ الثابتةِ مقدارُها ١.

الشكلُ ٥ كيف يعملُ الدولابُ والمحورُ

أ عندَما تُطبَّقُ قوَّةٌ صغيرةٌ على الدولابِ يدورُ الدولابُ حولَ المحورِ.

ب عندَما يدورُ الدولابُ دورةً كاملةً يدورُ المحورُ دورةً كاملةً. لكنْ بما أنَّ قطرَ المحورِ أصغرُ من قطرِ الدولابِ، فإنَّ المحورَ يدورُ مسافةً أقلَّ، ممّا يجعلُ القوَّةَ الناتجةَ أكبرَ من القوَّةِ المطبَّقةِ.



الدولابُ والمحورُ

هل تعلمُ أنَّ الصنبورَ آلةٌ؟ الصنبورُ المبيَّنُ في **الشكل ٥** مثالٌ على **الدولابِ والمحورِ** Wheel and axle. إنَّهُ آلةٌ بسيطةٌ مكوَّنةٌ من جسمَيْنِ لهما شكلٌ دائريٌّ وقياسان مختلفان. مقبضُ البابِ، مفتاحُ الربطِ (المفتاحُ الإنجليزيُّ)، عجلةُ القيادةِ، جميعُها تستخدمُ الدولابَ والمحورَ. يبيِّنُ **الشكلُ ٥** كيف يعملُ الدولابُ والمحورُ.

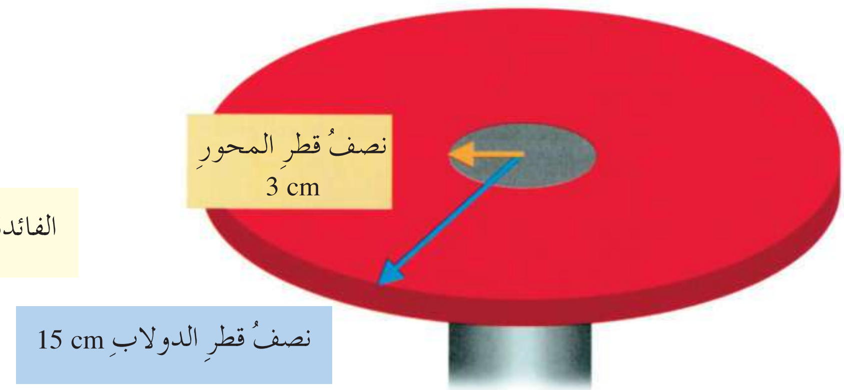
الدولابُ والمحورُ: آلةٌ بسيطةٌ مكوَّنةٌ من جسمَيْنِ لهما شكلٌ دائريٌّ وقياسانِ مختلفانِ. والدولابُ أكبرُ هذَيْنِ الجسمَيْنِ الدائريَّيْنِ.

الفائدةُ الميكانيكيَّةُ للدولابِ والمحورِ

يمكنُ حسابُ الفائدةِ الميكانيكيَّةِ للدولابِ والمحورِ بقسمةِ **نصفِ قطرِ** الدولابِ (المسافةِ من المركزِ إلى الطرفِ) على نصفِ قطرِ المحورِ، كما يظهرُ في **الشكل ٦**. ينتجُ عن تدويرِ الدولابِ فائدةٌ ميكانيكيَّةٌ أكبرُ من ١، لأنَّ نصفَ قطرِ الدولابِ أكبرُ من نصفِ قطرِ المحورِ.

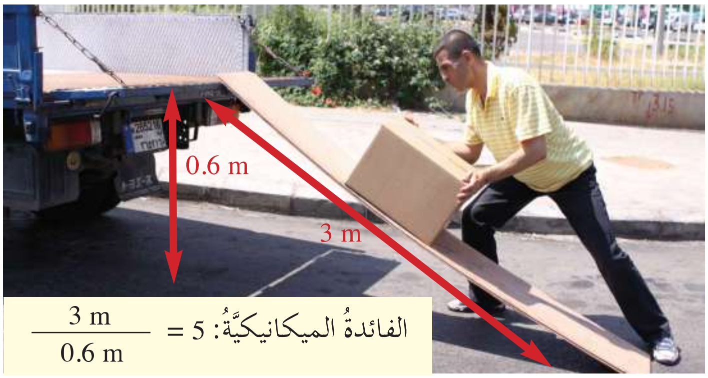
تحقَّقْ
كيف تُحسَبُ الفائدةُ الميكانيكيَّةُ للدولابِ والمحورِ؟

الشكلُ ٦ الفائدةُ الميكانيكيَّةُ للدولابِ والمحورِ هي حاصلُ قسمةِ نصفِ قطرِ الدولابِ على نصفِ قطرِ المحورِ.



الفائدةُ الميكانيكيَّةُ: $5 = \frac{15\ cm}{3\ cm}$

الشكلُ ٧ الشغلُ الذي تبذلُهُ لتحرِّكَ الصندوقَ حتّى أعلى المنحدرِ هو الشغلُ نفسُهُ الذي كُنْتَ ستبذلُهُ لو رفعْتَ الصندوقَ رأسيًّا إلى أعلى. يسمحُ لكَ المستوى المائلُ أن تطبِّقَ بسهولةٍ قوَّةً أقلَّ على مسافةٍ أكبرَ.



المستوي المائلُ أو (المنحدرُ): آلةٌ بسيطةٌ مكوَّنةٌ من سطحٍ مستقيمٍ مائلٍ، يُسهِّلُ رفعَ الأحمالِ.

المستوياتُ المائلةُ Inclined planes

هل تتذكَّرُ حكايةَ بناءِ المصريينَ للهرمِ الكبيرِ؟ إحدى الآلاتِ التي استخدمَها المصريونَ كانتِ **المستويَ المائلَ أو (المنحدرَ)** **Inclined plane**. **المستوي المائلُ** آلةٌ بسيطةٌ مكوَّنةٌ من سطحٍ مائلٍ. المنحدرُ هو مستوٍ مائلٌ.

إنَّ استخدامَ مستوٍ مائلٍ لتحميلِ الصندوقِ مباشرةً على الشاحنةِ، كما هو مبيَّنٌ في **الشكلِ ٧**، أسهلُ من رفعِ الصندوقِ مباشرةً إلى الشاحنةِ. يتطلَّبُ دفعُ الصندوقِ على المستوي المائلِ قوَّةً أقلَّ من القوَّةِ اللازمةِ لرفعِ الصندوقِ مباشرةً إلى الشاحنةِ. يُبذلُ الشغلُ نفسُهُ على الصندوقِ، لكنْ على مسافةٍ أطولَ.

تحقَّقْ

ما المستوي المائلُ؟

الفائدةُ الميكانيكيَّةُ للمستوياتِ المائلةِ Mechanical advantage of inclined planes

كلَّما كانَتْ نسبةُ طولِ المستوي المائلِ إلى ارتفاعِهِ أكبرَ كانَتْ فائدتُهُ الميكانيكيَّةُ أكبرَ. يمكنُ حسابُ الفائدةِ الميكانيكيَّةِ للمستوي المائلِ بقسمةِ **طولِ المستوي المائلِ على الارتفاعِ** الذي سيُرفعُ إليهِ الحِمْلُ. الفائدةُ الميكانيكيَّةُ للمستوي المائلِ في **الشكلِ ٧** تساوي 5 = 3 m ÷ 0.6 m.

وقْفَةٌ مع الرياضيّاتِ

الفائدةُ الميكانيكيَّةُ للمستوياتِ المائلةِ

يُدفعُ صندوقٌ ثقيلٌ إلى أعلى منحدرٍ يبلغُ طولُهُ 4.8 m وارتفاعُهُ 1.2 m. ما الفائدةُ الميكانيكيَّةُ للمنحدرِ؟

١ . اكتبِ العلاقةَ الرياضيَّةَ للفائدةِ الميكانيكيَّةِ للمستوي المائلِ.

$$\text{الفائدةُ الميكانيكيَّةُ} = \frac{\text{الطولُ}}{\text{الارتفاعُ}}$$

٢ . عوِّضِ الطولَ والارتفاعَ بقيمتَيْهِما المعطاتَيْنِ في المسألةِ، وحُلَّ المعادلةَ.

$$\text{الفائدةُ الميكانيكيَّةُ: } 4 = \frac{4.8\text{ m}}{1.2\text{ m}}$$

طبِّقْ

١ . طولُ منحدرٍ لكرسيٍّ متحرِّكٍ 9 m وارتفاعُهُ 1.5 m. ما الفائدةُ الميكانيكيَّةُ للمنحدرِ؟

٢ . طولُ منحدرٍ 8 m وارتفاعُهُ 2 m، ما الفائدةُ الميكانيكيَّةُ للمنحدرِ؟

الأسافينُ Wedges

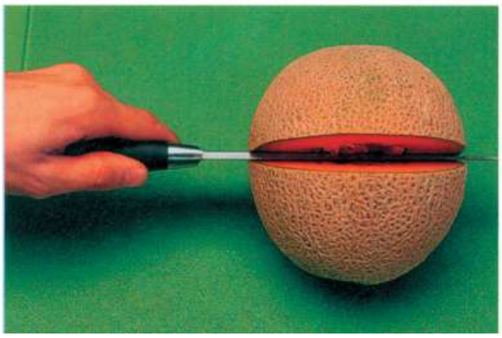
تخيَّلْ أنَّكَ تحاولُ قطعَ تفّاحةٍ إلى نصفَيْنِ بواسطةِ ملعقةٍ. لن يكونَ الأمرُ سهلاً، هل هذا صحيحٌ؟ استخدامُ السكّينِ أفضلُ بكثيرٍ لأنَّهُ **إسفينٌ Wedge**. يتكوَّنُ الإسفينُ من مستويَيْنِ مائلَيْنِ ومتحرِّكَيْنِ معًا. يطبِّقُ الإسفينُ قوَّةً ناتجةً أكبرَ من القوَّةِ المطبقَّةِ التي تطبِّقُها أنت، لكنَّكَ تطبِّقُ قوَّةً مطبقَّةً على مسافةٍ أكبرَ. السكّينُ مثلاً إسفينٌ شائعٌ بإمكانِهِ قطعُ البرتقالةِ وفصلُ نصفَيْها يمينًا ويسارًا، كما يظهرُ في **الشكلِ ٨**. ومن الاستخداماتِ الأخرى للأسافينِ، مفصّلاتُ الأبوابِ، والمحاريثُ، ورؤوسُ الفؤوسِ، والأزاميلُ.

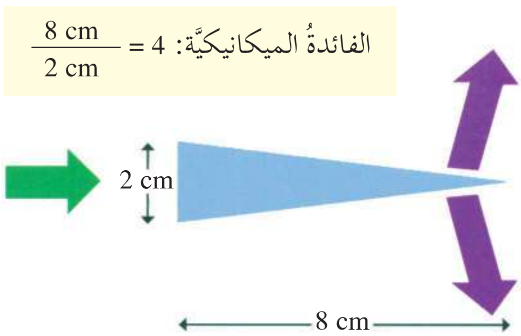
الإسفينُ: آلةٌ بسيطةٌ مؤلَّفةٌ من مستويَيْنِ مائلَيْنِ يتحرَّكانِ معًا، وهي تُستخدَمُ في أغلبِ الأحيانِ للقطعِ.

الفائدةُ الميكانيكيَّةُ للأسافينِ

كلَّما كانَ الإسفينُ أطولَ وأرقَّ، كانَتْ فائدتُهُ الميكانيكيَّةُ أكبرَ. والسببُ هو أنَّ الفؤوسَ والسكاكينَ تقطعُ بشكلٍ أفضلَ كلَّما شُحِذَت، أي كُلَّما جُعِلَ الإسفينُ أرقَّ. عندَها تحتاجُ الأسافينُ إلى قوَّةٍ مطبَّقةٍ أقلَّ. يمكنُ معرفةُ الفائدةِ الميكانيكيَّةِ للإسفينِ بقسمةِ طولِ الإسفينِ على سمْكِهِ الأكبرِ، كما يظهرُ في **الشكلِ ٨**.

الشكلُ ٨ السكّينُ مثالٌ شائعٌ على الإسفينِ الذي يشكِّلُ آلةً بسيطةً مكوَّنةً من مستويَيْنِ مائلَيْنِ متلاصِقي الظهرَيْنِ.





البراغي Screws

البرغي: آلةٌ بسيطةٌ مكوَّنةٌ من مستوٍ مائلٍ ملفوفٍ حولَ أسطوانةٍ.

البرغي Screw مستوٍ مائلٌ ملفوفٌ لولبيًّا حولَ أُسطوانةٍ، كما هو مبيَّنٌ في **الشكل ٩**. عندَ تدويرِ البرغي، تطبِّقُ قوَّةٌ صغيرةٌ على كاملِ المسافةِ الطويلةِ للسطحِ المائلِ للبرغي. في غضونِ ذلك، يطبِّقُ البرغي قوَّةً كبيرةً عبرَ المسافةِ الصغيرةِ التي دُفِعَ فيها. تُستخدَمُ البراغي في أكثرِ الأحيانِ كأدواتِ ربطٍ أو تثبيتٍ.

الفائدةُ الميكانيكيَّةُ للبراغي

إذا كانَ باستطاعتِكَ حلُّ السطحِ المائلِ لبرغٍ، فإنَّكَ ستلاحظُ أنَّ هذا المستوىَ طويلٌ جدًّا وله مَيلٌ بسيطٌ. تذكَّرْ أَنَّهُ كلَّما كانَ المستوى المائلُ أطولَ قياسًا على ارتفاعِهِ، كانت فائدتُهُ الميكانيكيَّةُ أكبرَ. كذلك، كلَّما كانَ اللولبُ في برغي أطولَ وأسنانُهُ اللولبيَّةُ متقاربةً، تكونُ فائدتُهُ الميكانيكيَّةُ أكبرَ. غطاءُ المرطبانِ هو أيضًا برغٍ وذو فائدةٍ ميكانيكيَّةٍ كبيرةٍ.

الشكلُ ٩ إذا استطعْتَ حلَّ البرغي، ستلاحظُ أنَّهُ في الحقيقةِ مستوٍ مائلٌ طويلٌ جدًّا.



الشكلُ ١٠ لقمةُ مثقبِ الحفرِ هي أحدُ أنواعِ البرغي. النصلُ الحادُّ يقطعُ الخشبَ.



مُراجعةُ القسم

ملخّص

- تقعُ نقطةُ الارتكازِ في عتلةٍ من النوعِ الأوّلِ بينَ القوّةِ والحِملِ. وفي عتلةٍ من النوعِ الثاني، يقعُ الحِملُ بينَ القوّةِ ونقطةِ الارتكازِ. وفي عتلةٍ من النوعِ الثالثِ تقعُ القوّةُ بينَ نقطةِ الارتكازِ والحِملِ.
- الفائدةُ الميكانيكيَّةُ للمستوى المائلِ تساوي الطولَ مقسومًا على الارتفاعِ. الأسافينُ والبراغي أنواعٌ من المستوياتِ المائلةِ.
- الإسفينُ نوعٌ من المستوى المائلِ. فائدتُهُ الميكانيكيَّةُ تساوي طولَهُ مقسومًا على سمكِهِ الأكبرِ.
- الفائدةُ الميكانيكيَّةُ للدولابِ والمحورِ تساوي نصفَ قطرِ الدولابِ مقسومًا على نصفِ قطرِ المحورِ.
- من أنواعِ البكراتِ البكراتُ الثابتةُ، والبكراتُ المتحرِّكةُ، والبكّاراتُ.

مراجعةُ المفرداتِ والمفاهيمِ

١. وضِّحِ المقصودَ بالعتلةِ.

٢. وضِّحِ العلاقةَ بينَ المفاهيمِ التاليةِ: المستوى المائلُ، الإسفينُ، البرغي.

استيعابُ الأفكارِ الرئيسةِ

٣. أيُّ نوعٍ من العتلاتِ له دائمًا فائدةٌ ميكانيكيَّةٌ أكبرُ من ١؟

أ. النوعُ الأوَّلُ.

ب. النوعُ الثاني.

ج. النوعُ الثالثُ.

د. جميعُ أنواعِ العتلاتِ.

٤. أعطِ مثالاً على كلٍّ من الآلاتِ البسيطةِ التاليةِ: عتلةٌ من النوعِ الأوَّلِ، وعتلةٌ من النوعِ الثاني، وعتلةٌ من النوعِ الثالثِ، والمستوى المائلُ، والإسفينُ، والبرغي.

مهاراتٌ رياضيّاتٌ

٥. منحدرٌ ارتفاعُهُ 0.5 m وطولُهُ 4 m. ما فائدتُهُ الميكانيكيَّةُ؟

٦. في آلةٍ بسيطةٍ مكوَّنةٍ من دولابٍ ومحورٍ يبلغُ نصفُ قطرِ الدولابِ ٤ أمثالِ نصفِ قطرِ المحورِ. ما الفائدةُ الميكانيكيَّةُ للدولابِ والمحورِ؟

تفكيرٌ ناقدٌ

٧. **تطبيقُ المفاهيمِ**: لعتلاتِ النوعِ الثالثِ فائدةٌ ميكانيكيَّةٌ أصغرُ من ١. وضِّحْ لماذا هذه الآلةُ مفيدةٌ في بعضِ المهمّاتِ.

٨. كيفَ يُمكنكَ حسابُ الفائدةِ الميكانيكيَّةِ للبرغي؟

٩. كيفَ يُمكنكَ زيادةُ الفائدةِ الميكانيكيَّةِ للسكّينِ بطريقتَيْنِ؟

تفسيرُ الأشكالِ التخطيطيَّةِ

١٠. عيِّنْ آلتَيْنِ بسيطتَيْنِ مستخدمتَيْنِ في الصورةِ أدناه.



مُراجَعَةُ الْفَصلِ

مراجعةُ المُفرداتِ والمفاهيمِ

ما الفرقُ بينَ مفردتَيْ كلِّ سؤالٍ:

١. الشغلُ والقدرةُ؟

٢. العتلةُ والمستوي المائلُ؟

٣. الدولابُ والمحورُ والبكرةُ؟

استيعابُ الأفكارِ الرئيسةِ

اختيارٌ من مُتعدِّدٍ

٤. يُبذلُ شغلٌ عندَما:

أ. تَدفعُ سيّارةً فلا تتحرَّكُ.

ب. تَدفعُ بيدِكَ حائطًا.

ج. ترفعُ كتابًا عن المنضدةِ.

د. تتزحلقُ على سطحٍ أُفقيٍّ أملسَ.

٥. ما وحدةُ الشغلِ؟

أ. الجولُ.

ب. الجولُ لكلِّ ثانيةٍ.

ج. النيوتنُ.

د. الواطُ.

٦. أيٌّ ممّا يلي آلةٌ بسيطةٌ؟

أ. الدرّاجةُ.

ب. غطاءُ المرطبانِ.

ج. المقصُّ.

د. فتّاحةُ العلبِ.

٧. يمكنُ لآلةٍ أن:

أ. تزيدَ المسافةَ بتخفيضِ القوَّةِ.

ب. تزيدَ المسافةَ بزيادةِ القوَّةِ.

ج. لا تزيدَ القوَّةَ ولا المسافةَ.

د. تُنقِصَ المسافةَ بتخفيضِ القوَّةِ.

٨. ما القدرةُ؟

أ. مجهودُ شخصٍ ما أو شيءٍ ما.

ب. القوَّةُ المستخدمةُ.

ج. الشغلُ المبذولُ.

د. الشغلُ المبذولُ في وحدةِ الزمنِ.

٩. ما وحدةُ القدرةِ؟

أ. النيوتن.

ب. الكيلوغرام.

ج. الواط.

د. الجول.

إجابةٌ قصيرةٌ

١٠. حدِّدِ الآلتَيْنِ البسيطتَيْنِ اللتَيْنِ تكوِّنانِ المقصَّ.

١١. وضِّحْ لماذا تبذلُ شغلاً على كيسٍ في متجرٍ عندَما ترفعُهُ، وليسَ وأنتَ تحملُه.

١٢. لماذا يكونُ دائمًا الشغلُ الناتجُ للآلةِ أقلَّ من الشغلِ المبذولِ؟

١٣. علامَ تعتمدُ الفائدةُ الميكانيكيَّةُ لعتلةٍ من النوعِ الأوَّلِ؟ صفْ كيف تتغيَّرُ؟

مهاراتٌ رياضيّاتٌ

١٤. تطبِّقُ أنت وزميلٌ لك قوَّةَ 1000 N على سيّارةٍ، فتتحرَّكُ مسافةَ 10 m خلالَ دقيقةٍ و ٤٠ ثانيةً.

أ. ما مقدارُ الشغلِ الذي بذلْتَهُ أنت وزميلُك؟

ب. ما مقدارُ قُدرتِكما؟

١٥. تسمحُ عتلةٌ برفعِ حِمْلٍ 35 N بواسطةِ قوَّةٍ 7 N. ما الفائدةُ الميكانيكيَّةُ لهذه العتلةِ؟

تفكيرٌ ناقدٌ

١٦. **خريطةُ المفاهيم:** وظِّفِ المفاهيمَ التاليةَ لوضعِ خريطةِ مفاهيمَ: الشغلُ، القوَّةُ، المسافةُ، القدرةُ، الزمنُ.

١٧. **تحليلُ الأفكارِ:** وضِّحْ لماذا غالبًا ما تكونُ الكفاءةُ الميكانيكيَّةُ للعتلاتِ أعلى ممّا هي للآلاتِ البسيطةِ الأخرى.

١٨. **استدلالٌ:** مقدارُ الشغلِ المبذولِ على آلةٍ هو 300 J، والآلةُ تبذلُ شغلاً مقدارُهُ 50 J. ماذا تقولُ عن قوى احتكاكِ الآلةِ خلالَ عملِها؟

١٩. **تطبيقُ المفاهيمِ:** الطريقُ المتعرِّجةُ المبيَّنةُ أدناهُ سلسلةٌ من المستوياتِ المائلةِ. صفْ كيفَ تسهِّلُ الطريقُ الملتويةُ انتقالَ المركباتِ صعودًا نحوَ تلَّةٍ.



٢٠. **توقُّعُ النتائجِ:** لمَ لا يُفيدُ تخفيضُ قوى الاحتكاكِ عندَ قيادةِ سيّارةٍ على طريقٍ ملتويةٍ؟

٢١. **مقارنةٌ:** فيمَ تختلفُ طريقةُ تحديدِ الفائدةِ الميكانيكيَّةِ للإسفينِ عنها للبرغيِّ؟

٢٢. **تحديدُ العلاقاتِ:** إذا كانتِ الفائدةُ الميكانيكيَّةُ لآلةٍ معيَّنةٍ أكبرَ من ١، فعلامَ يدلُّكَ ذلك حولَ العلاقةِ بينَ القوَّةِ المطبَّقةِ والمسافةِ؟ والقوَّةِ الناتجةِ والمسافةِ؟

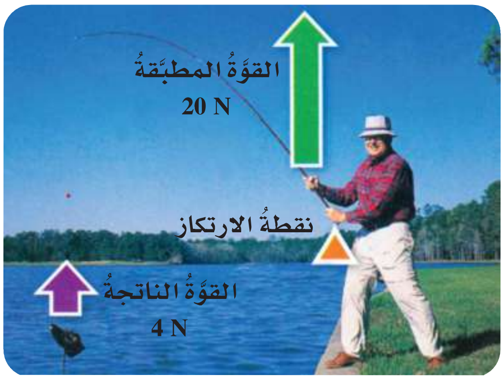
تفسيرُ الأشكالِ التخطيطيَّةِ

٢٣. حدِّدْ في كلٍّ من الصورتَيْنِ أدناهُ، نوعَ العتلةِ المستخدمةِ، واحسُبْ فائدتَها الميكانيكيَّةَ.

أ



ب



الفصل ١١ الطاقةُ



الفكرةُ الرئيسةُ

يمكنُ تحويلُ الطاقةِ من شكل إلى آخرَ، لكن لا يمكنُ استحداثُ الطاقةِ ولا إفناؤها.

القسم

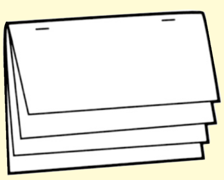
حولَ الصورةِ

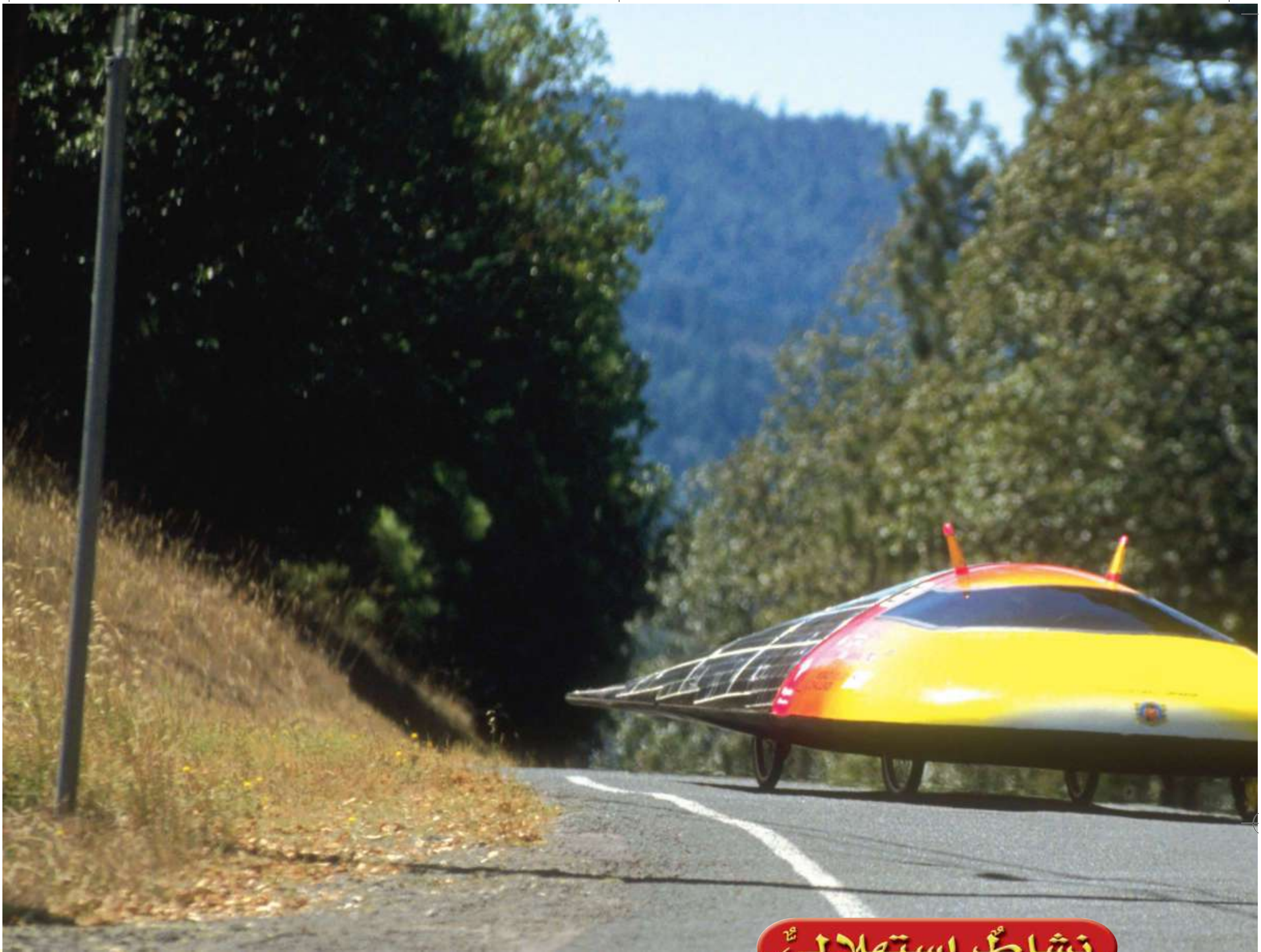
تخيَّلْ أنَّكَ تقودُ هذهِ السيّارةَ خلالَ سباقٍ للسيّارات. سوفَ تحتاجُ سيّارتُكَ إلى كمِّيَّةٍ كبيرةٍ من الطاقةِ لإنهاءِ السباقِ، وبالتالي، يُحتمَلُ أن تحتاجَ إلى كمِّيَّةٍ كبيرةٍ من الوقودِ، أليس كذلك؟ لا إنّها تحتاجُ بالضبطِ إلى كمِّيَّةٍ كبيرةٍ من أشعَّةِ الشمس! هذه السيّارةُ تعملُ بالطاقةِ الشمسيَّةِ. الطاقةُ الشمسيَّةُ واحدٌ من الأشكالِ المتعدِّدةِ للطاقةِ. نحن نحتاجُ إلى الطاقةِ لقيادةِ سيّارةٍ، لإضاءةِ المصباحِ، لممارسة الرياضةِ، للذهابِ إلى المدرسةِ... تتحوَّلُ الطاقةُ دائمًا من شكلٍ إلى أشكالٍ أخرى بغيةَ استخداماتٍ متعدِّدةٍ.

نشاطٌ تمهيديٌّ

ملف الملاحظات

كتابٌ من طبقاتٍ: قبلَ البدءِ بقراءةِ هذا الفصلِ، قمْ بإعدادِ **كتابٍ من طبقاتٍ**، وهو موصوفٌ في قسمِ **مهاراتِ الدراسة**، المُدرجِ في ملحقِ الكتابِ. اجعلْ كلاًّ من العناوينِ التاليةِ عنوانًا لواحدةٍ من طبقاتِ الكتابِ: «أنواعُ الطاقةِ» و«تحوُّلاتُ الطاقةِ» و«حفظُ الطاقةِ». خلالَ قراءتِكَ للفصلِ، اكتبْ ما تعرفُهُ عن كلِّ فئةٍ على الصفحةِ المناسبةِ.





نشاطٌ استهلاليٌّ

الطاقةُ تهتزُّ!

ستلاحظُ، خلالَ هذا النشاطِ، بندولاً متحرِّكًا لتتعلَّمَ ما يلزمُ عن الطاقةِ.

الخُطواتُ

١. اصنعْ بندولاً، بربطِ **سلكٍ طولُهُ** 50 cm بخطّافةٍ تحملُ **كتلةً مقدارُها** 100 g.

٢. أمسكْ طرفَ السلكِ بيدٍ. اسحبِ الكتلةَ إلى إحدى الجهاتِ، واتركْها تتأرجحُ من دونِ أن تدفعَها. راقبْها وهي تهتزُّ على الأقلِّ عَشْرَ مرّاتٍ.

٣. سجِّلْ ملاحظاتِكَ. لاحظْ سرعةَ اهتزازِ البندولِ وارتفاعَهُ.

٤. كرِّرِ الخطوةَ ٢، لكن مع سحبِ الكتلةِ مسافةً أطولَ.

٥. سجِّلْ ملاحظاتِكَ. لاحظْ مقدارَ سرعةِ اهتزازاتِ البندولِ ومدى ارتفاعِهِ.

التحليلُ

١. هل للبندولِ طاقةٌ؟ برِّرْ إجابتَكَ.

٢. ما الذي يجعلُ البندولَ يتحرَّكُ؟

٣. هل تعتقدُ أنَّ البندولَ كانَ له طاقةٌ قبلَ تركِ الكتلةِ؟ برِّرْ إجابتَكَ.

القسم ١

مؤشّراتُ الأداءِ

- يوضّحُ العلاقةَ بينَ الطاقةِ والشغلِ.
- يُقارنُ بينَ طاقةِ الحركةِ وطاقةِ الوضعِ (الكامنة)

المُفرداتُ والمفاهيم

الطاقةُ
طاقةُ الحركةِ
طاقةُ الوضعِ (الكامنة)
الطاقةُ الميكانيكيَّةُ

استراتيجيَّةُ القراءةِ

مناقشةٌ: اقرأْ هذا القسمَ بصمتٍ. اكتبْ ما لديْكَ من أسئلةٍ حولَهُ. ناقشْ أسئلتَكَ ضمنَ مجموعةٍ صغيرةٍ.

ما الطاقةُ؟ What is energy?

المنافسةُ قويَّةٌ. والجمهورُ صامتٌ. يرفعُ لاعبُ كرةِ المِضربِ الكرةَ عاليًا في الهواءِ ويضربُها بمِضربهِ، تطيرُ الكرةُ في اتِّجاهِ خصمهِ الذي يلوِّحُ بمضربهِ ويضربُ الكرةَ. تدخلُ الكرةُ في الشبكةِ، فتجعلُها تهتزُّ. انتهتِ اللعبةُ، والمباراةُ!

يحتاجُ لاعبُ كرةِ المِضربِ إلى طاقةٍ لضربِ الكرةِ بمضربهِ. وتحتاجُ الكرةُ أيضًا إلى طاقةٍ لتهزَّ الشبكةَ. الطاقةُ موجودةٌ حولَكَ في جميعِ الأوقاتِ. لكنْ ما الطاقةُ تحديدًا؟

الطاقةُ والشغلُ: يعملانِ معًا Energy and work: working together

الطاقةُ Energy في العلومِ هي المقدرةُ على بذلِ شغلٍ. يُبذَلُ شغلٌ عندما تتسبَّبُ قوَّةٌ في تحريكِ جسمٍ باتِّجاهِ القوَّةِ. كيف يُساعدُكَ كلٌّ من الشغلِ والطاقةِ على اللَّعبِ بكرةِ المِضربِ؟ يبذلُ اللاعبُ في **الشكل ١** شغلاً على مضربهِ بتطبيقِ قوَّةٍ على المِضربِ. يبذُلُ المضربُ شغلاً على الكرةِ، وتبذلُ الكرةُ شغلاً على الشبكةِ. عندما يبذلُ أيُّ جسمٍ شغلاً على آخرَ، تنتقلُ طاقةٌ من الجسمِ الأوَّلِ إلى الجسمِ الثاني. تسمحُ هذه الطاقةُ للجسمِ الثاني ببذلِ شغلٍ. فالشغلُ، إذًا هو نقلٌ للطاقةِ. يُقاسُ كلٌّ من الشغلِ والطاقةِ بوحدةِ الجولِ (J).

الطاقةُ: المقدرةُ على بذلِ شغلٍ.

تحقَّقْ
ما الطاقةُ؟

الشكلُ ١ يبذلُ لاعبُ كرةِ المِضربِ شغلاً، وينقلُ طاقةً إلى المضربِ. بواسطةِ هذه الطاقةِ، يمكنُ للمضربِ أن يبذلَ شغلاً على الكرةِ.



طاقةُ الحركةِ Kinetic energy

في لعبةِ كرةِ المضربِ تنتقلُ الطاقةُ من المضربِ إلى الكرةِ. فيكونُ للكرةِ طاقةُ حركةٍ. **طاقةُ الحركةِ** Kinetic energy طاقةٌ ناتجةٌ عن الحركةِ. لجميعِ الأجسامِ المتحركةِ طاقةُ حركةٍ. وكجميعِ أشكالِ الطاقةِ، يمكنُ لطاقةِ الحركةِ أن تُستخدمَ لبذلِ شغلٍ. مثلاً: تسمحُ طاقةُ الحركةِ للمطرقةِ ببذلِ شغلٍ على المسمارِ، كما هو مبيَّنٌ في **الشكلِ ٢**.

طاقةُ الحركةِ: طاقةُ جسمٍ ناتجةٌ عن حركتِهِ.



الشكلُ ٢ عندما تسدِّدُ المطرقةَ، تُعطيها طاقةَ حركةٍ. عندَ ذلكَ تبذُلُ المطرقةُ شغلاً على المسمارِ.

اعتمادُ طاقةِ الحركةِ على الكتلةِ ومقدارِ السرعةِ

يمكنُ إيجادُ طاقةِ الحركةِ (KE) بالجول (J) باستخدامِ العلاقةِ الرياضيَّةِ التاليةِ:

$$KE = \frac{mv^2}{2}$$

يرمزُ الحرفُ m إلى كتلةِ الجسمِ بالكيلوجرام، ويرمزُ الحرفُ v إلى سرعةِ الجسمِ بالمترِ لكلِّ ثانيةٍ. كلَّما كانَتْ سرعةُ الجسمِ أكبرَ كانَتْ طاقةُ حركتِهِ أكبرَ. وكلَّما كانَتْ كتلةُ جسمٍ متحرِّكٍ أكبرَ كانت طاقةُ حركتِهِ أكبرَ.

لسيّارةٍ كبيرةٍ طاقةُ حركةٍ أكبرُ من طاقةِ سيّارةٍ أصغرَ تتحرَّكُ بسرعةِ السيّارةِ الكبيرةِ نفسِها. لكن، كما تلاحظُ، فإنَّ في العلاقةِ الرياضيَّةِ، تربيعًا للسرعةِ. بالتالي، يكونُ تأثيرُ السرعةِ أكبرَ بكثيرٍ من تأثيرِ كتلةِ الجسمِ على طاقةِ الحركةِ. لهذا السببِ يكونُ اصطدامُ السيّارةِ أكثرَ خطورةً عندَ السرعاتِ العاليةِ ممّا هو عندَ السرعاتِ المنخفضةِ. تكونُ طاقةُ حركةِ سيّارةٍ تتحرَّكُ بسرعةٍ معيَّنةٍ أربعةَ أمثالِ طاقةِ حركتِها إذا تحرَّكَتْ بنصفِ هذهِ السرعةِ.

وقفةٌ معَ الرياضيّاتِ

طاقةُ الحركةِ

ما طاقةُ حركةِ سيّارةٍ كتلتُها 1 200 kg وتتحرَّكُ بسرعةِ 20 m/s؟

١. اكتبِ العلاقةَ الرياضيَّةَ لطاقةِ الحركةِ:

$$KE = \frac{mv^2}{2}$$

٢. عوِّضْ m و v بقيمتَيْهما المعطاتَيْنِ، وحُلَّ المسألةَ:

$$KE = \frac{1\ 200\ \text{kg} \times (20\ \text{m/s})^2}{2}$$

$$KE = \frac{1\ 200\ \text{kg} \times 400\ \text{m}^2/\text{s}^2}{2}$$

$$KE = \frac{480\ 000\ \text{kg}\cdot\text{m}^2/\text{s}^2}{2}$$

$$KE = 240\ 000\ \text{kg}\cdot\text{m}^2/\text{s}^2 = 240\ 000\ \text{J}$$

طبِّقْ

١. ما طاقةُ حركةِ سيّارةٍ كتلتُها 2 400 kg وتتحرَّكُ بسرعةِ 20 m/s؟ كيف تكونُ طاقةُ حركةِ هذه السيّارةِ بالمقارنةِ مع طاقةِ حركةِ السيّارةِ في المثالِ السابقِ؟

٢. ما طاقةُ حركةِ فيلٍ كتلتُهُ 4 000 kg ويركضُ بسرعةِ 2 m/s ثم بسرعةِ 4 m/s؟ ما العلاقةُ بين طاقتَيِ الحركةِ؟

٣. ما طاقةُ حركةِ حافلةٍ كتلتُها 2 000 kg وتتحرَّكُ بسرعةِ 30 m/s؟

٤. ما طاقةُ حركةِ حافلةٍ كتلتُها 3 000 kg وتتحرَّكُ بسرعةِ 20 m/s؟

طاقةُ الوضعِ (الكامنة)

لا تعتمدُ جميعُ أشكالِ الطاقةِ على الحركة. **طاقةُ الوضع (الكامنة)** Potential energy (PE) طاقةُ جسمٍ ناتجةٌ عن تموضعِه. مثلاً، للقوسِ المشدودةِ المبيَّنةِ في **الشكل ٣**، طاقةُ الوضعِ (كامنة). للقوسِ طاقةٌ لأنَّ شغلاً بُذِلَ لتغييرِ شكلِها. لقد تحوَّلَ الشغلُ المبذولُ إلى طاقةِ وضعٍ.



الشكلُ ٣ طاقةُ الوضعِ المختزنةُ في القوسِ والوترِ تسمحُ لهُما ببذلِ شغلٍ على النشّابِ عندَما يفلتُ الوترُ.

طاقةُ الوضعِ (الكامنة) الجذبيَّةُ

عندَما ترفعُ جسمًا، تبذُلُ شغلاً عليه. ذلك أنَّك تستخدمُ قوَّةً تعاكسُ قوَّةَ الجاذبيَّةِ. عندَما تقومُ بذلك، تنقلُ طاقةً إلى الجسمِ وتعطيهِ **طاقةَ وضعٍ** (كامنةً) جذبيَّةً *Gravitational Potential Energy (GPE)*. للكتبِ المرتَّبةِ على الرفِّ طاقةُ وضعٍ (كامنةٌ) جذبيَّةٌ. يحدثُ لحقيبتِك مثلُ هذا عندَما ترفعُها وتضعُها على ظهرِك. يعتمدُ مقدارُ طاقةِ الوضعِ (الكامنة) الجذبيَّةِ لأيِّ جسمٍ على وزنِهِ وعلى ارتفاعِهِ عن سطحِ الأرضِ.

حسابُ طاقةِ الوضعِ (الكامنة) الجذبيَّةِ

يمكنُكَ إيجادُ طاقةِ الوضعِ (الكامنة) الجذبيَّةِ باستخدامِ العلاقةِ الرياضيَّةِ التاليةِ:

$$PE = wd \quad .(mg)$$

$$PE = mgd$$

يُعبَّرُ عن الوزنِ بالنيوتن وعن الارتفاعِ بالمترِ. لذلك يُعبَّرُ عن طاقةِ الوضعِ الجذبيَّةِ بالنيوتن مترٍ (N•m) أو الجولِ (J).

تذكَّرْ أنَّ **الشغلَ** = **القوَّةَ** × **المسافةَ**. الوزنُ هو مقدارُ القوَّةِ التي تطبِّقُها على جسمٍ لرفعِه، والارتفاعُ هو المسافة. إذًا طاقةُ الوضعِ (الكامنة) الجذبيَّةُ تساوي مقدارَ الشغلِ المبذولِ على الجسمِ لرفعِهِ إلى ارتفاعٍ معيَّنٍ. إنَّ طاقةَ الوضعِ (الكامنة) الجذبيَّةَ تساوي الشغلَ الذي يجبُ أن يبذلَهُ الجسمُ عندَما يسقطُ من هذا الارتفاعِ.

وقفةٌ مع الرياضيّاتِ

طاقةُ الوضعِ (الكامنةُ) الجذبيَّةُ

ما طاقةُ الوضعِ (الكامنةُ) الجذبيَّةُ لكتابٍ وزنُهُ 13 N على ارتفاعِ 1.5 m عن سطحِ الأرضِ؟

١. اكتبِ العلاقةَ الرياضيَّةَ لطاقةِ الوضعِ (الكامنة) الجذبيَّةِ:
طاقةُ الوضعِ (الكامنة) الجذبيَّةُ = الوزنَ X الارتفاعِ

٢. عوِّضِ الوزنَ والارتفاعَ بقيمتَيْهِما المعطاتيْنِ، وحُلَّ المسألةَ.

$PE = wd$

$PE = 1.5\ m \times 13\ N$

$= 19.5\ N{\bullet}m$

$= 19.5\ J$

طبِّقْ

١. ما طاقةُ الوضعِ (الكامنةُ) الجذبيَّةُ لهرٍّ وزنُهُ 40 N يقفُ على طاولةٍ ارتفاعُها 0.8 m عن سطحِ الأرضِ؟

٢. ما طاقةُ الوضعِ (الكامنةُ) الجذبيَّةُ لسبّاحٍ وزنُهُ 500 N يقفُ على لوحةِ قفزٍ ترتفعُ 10 m عن سطحِ الماءِ؟

٣. ما طاقةُ الوضعِ (الكامنةُ) الجذبيَّةُ لسبّاحٍ وزنُهُ 600 N يقفُ على لوحةِ قفزٍ ترتفعُ 8 m عن سطحِ الماءِ؟

الارتفاعُ: بدءًا من أينَ؟ Height above what?

كيف تقيسُ طاقةَ الوضع (الكامنةِ) الجذبيَّةَ لبيضةٍ مستقرَّةٍ على طاولةِ المطبخ؟ في هذه الحالةِ، يلزمُكَ أن تقيسَ ارتفاعَ البيضةِ بَدْءًا من أرضِ المطبخ. أمّا إذا كنتَ تحملُ البيضةَ على شرفةٍ تعلو عدَّة طوابقَ عن سطحِ الأرض، فعليكَ أن تقيسَ ارتفاعَ البيضةِ بَدْءًا من سطحِ الأرض! يمكنُكَ أن تلاحظَ أنَّ الطاقةَ الكامنةَ الجذبيَّةَ تعتمدُ على ما تعتبرُهُ مرجعًا للارتفاع. وبالتالي، تستطيعُ اعتبارَ الارتفاعِ المستخدمِ في حسابِ طاقةِ الوضعِ الجذبيَّةِ مقياسًا للمسافةِ التي يسقطُها الجسمُ.

طاقةُ الوضعِ (الكامنة): الطاقةُ الموجودةُ لدى أيِّ جسمٍ بسببِ موقعِهِ، أو شكلِهِ، أو ظروفِهِ.

الطاقةُ الميكانيكيَّةُ: مقدارُ الشغلِ الذي يمكنُ لأيِّ جسمٍ أن يبذُلَهُ بسببِ طاقةِ حركتِهِ وطاقةِ وضعِهِ (الكامنة).

الطاقةُ الميكانيكيَّةُ

كيف تصفُ طاقةَ القواريرِ الخشبيَّةِ للاعبِ الخفَّةِ في **الشكل ٤**؟ لكي تصفَ طاقتَها الكلِّيَّةَ، عليكَ أن تتحدَّثَ عن طاقتِها الميكانيكيَّةِ. **الطاقةُ الميكانيكيَّةُ** Mechanical energy هي الطاقةُ الكلِّيَّةُ الناتجةُ من حركةِ الجسمِ ومن موقعِهِ. طاقةُ الحركةِ والطاقةُ الكامنةُ نوعانِ من الطاقةِ الميكانيكيَّةِ. يمكنُ للطاقةِ الميكانيكيَّةِ أن تكونَ طاقةً كامنةً بالكامل، أو طاقةَ حركةٍ بالكامل، أو كلتَيْهما معًا. يمكنُكَ استخدامُ العلاقةِ الرياضيَّةِ التاليةِ لتجدَ الطاقةَ الميكانيكيَّةَ (ME):

$$ME = PE + KE = (\text{الطاقة الكامنة})$$

$$\frac{1}{2}mv^2 = wd + = (\text{الطاقة الكامنة})$$

تبقى الطاقةُ الميكانيكيَّةُ لجسمٍ معيَّنٍ نفسُها إلاّ إذا نَقَلَ الجسمُ جزءًا من طاقتِهِ إلى جسمٍ آخرَ. لكن وإن بقيَتِ الطاقةُ الميكانيكيَّةُ لجسمٍ معيَّنٍ نفسُها، فإنَّ كلاًّ من طاقةِ الحركةِ أو طاقةِ الوضعِ (الكامنة) للجسمِ يمكنُ أن تزدادَ أو تنقصَ.

انظرْ إلى **الشكل ٤**. عندما يحرِّكُ لاعبُ الخفَّةِ القارورةَ الخشبيَّةَ إلى أعلى بيدِهِ، فإنَّهُ يبذلُ شغلاً عليها ليمنحَها طاقةَ حركةٍ. لكن بعدَ أن تتركَ القارورةُ الخشبيَّةُ يدَ لاعبِ الخفَّةِ، فإنَّ طاقةَ حركتِها تبدأُ بالتحوُّلِ إلى طاقةٍ كامنةٍ. ما الذي يدلُّ على أنَّ طاقةَ الحركةِ تتناقصُ؟ تتباطأُ القارورةُ الخشبيَّةُ في أثناءِ تحرُّكِها إلى أعلى إلى أن تتحوَّلَ طاقةُ حركتِها كلّيًّا إلى طاقةٍ كامنةٍ، فتتوقَّفُ عن الصعودِ إلى أعلى.

عندما تبدأُ القارورةُ الخشبيَّةُ بالسقوطِ إلى الأرضِ مجدَّدًا، فإنَّ طاقتَها الكامنةَ تبدأُ بالتحوُّلِ إلى طاقةِ حركةٍ. المزيدُ والمزيدُ من طاقتِها الكامنةِ يتحوَّلُ إلى طاقةِ حركةٍ. نقولُ ذلك لأنَّ سرعةَ القارورةِ الخشبيَّةِ تتزايدُ خلالَ سقوطِها نحوَ الأرض.



الشكلُ ٤ عندمَا يَقذفُ لاعبُ الخفَّةِ القارورةَ الخشبيَّةَ، فإنَّ طاقتَها الميكانيكيَّةَ تساوي مجموعَ طاقةِ حركتِها وطاقتِها الكامنةِ في أيِّ موقعٍ.

أشكالٌ أخرى للطاقة

بالإضافةِ إلى الطاقةِ الميكانيكيَّةِ يوجدُ عدَّةُ أشكالٍ للطاقةِ. من هذه الأشكالِ الطاقةُ الحراريَّةُ، والطاقةُ الكهربائيَّةُ، والطاقةُ الصوتيَّةُ وهي صورٌ للطاقةِ الحركيَّةِ وسوف تدرسُ في الفصولِ اللاحقةِ معلوماتٍ تفصيليَّةً عن صورٍ مختلفةٍ لهذهِ الأنواعِ من الطاقةِ. أمّا الطاقةُ الضوئيَّةُ، والطاقةُ النوويَّةُ والكيميائيَّةُ فتعدُّ صورًا لطاقةٍ كامنةٍ.

تحقَّقْ

ما نوعا الطاقةِ اللذانِ يكوِّنانِ الطاقةَ الميكانيكيَّةَ لأيِّ جسمٍ؟

ملخّص

- الطاقةُ هي المقدرةُ على بذلِ شغل. والشغلُ يساوي الطاقةَ المنقولة. يُقاسُ كلٌّ من الطاقةِ والشغلِ بوحدةِ الجول (J).
- طاقةُ الحركةِ هي طاقةُ جسمٍ ناتجةٌ من حركتِهِ، وهي تعتمدُ على مقدارِ السرعةِ والكتلة.

$$wd+ = \frac{1}{2}\ mv^2$$

- الطاقةُ الكامنةُ هي طاقةُ الجسمِ الناتجةُ عن تموضعِهِ أو تغيُّر موقعه أو شكله. تعتمدُ طاقةُ الكامنةُ الجذبيَّةُ على الوزنِ والارتفاع.

$$PE = wd = mgd$$

- الطاقةُ الميكانيكيَّةُ هي مجموعُ طاقةِ الحركةِ والطاقةِ الكامنة. (الطاقةُ الميكانيكيَّة= KE + PE)
- يمكنُ اعتبارُ كل من الطاقةِ الحراريَّةِ والطاقةِ الصوتيَّةِ بالطاقة الحركية.
- الطاقة الكيميائيَّة، والطاقةِ النوويَّة والكهربائية، أشكالاً للطاقةِ الكامنة.

مراجعةُ المفرداتِ والمفاهيمِ

١. وضِّح المقصودَ بالطاقةِ.

٢. اكتبْ بأسلوبك جملةً تعبِّرُ بها عن العلاقةِ بين المفاهيمِ التاليةِ: طاقةُ الحركةِ، والطاقةُ الكامنةُ، والطاقةُ الميكانيكيَّةُ.

استيعابُ الأفكارِ الرئيسةِ

٣. ما العلاقةُ بين الطاقةِ والشغل؟

٤. ما العاملانِ اللذانِ يحدِّدانِ طاقةَ الوضعِ (الكامنة) الجذبيَّةَ؟

تفكيرٌ ناقدٌ

٥. **تطبيقُ المفاهيمِ:** وضِّحْ لماذا تكونُ الأضرارُ الناتجةُ من اصطدامٍ بينَ سيّاراتٍ ذاتِ سرعاتٍ عاليةٍ أكبرَ بكثيرٍ من الأضرارِ الناتجةِ في حالةِ السرعاتِ المنخفضة.

مهاراتٌ رياضيّاتٍ

٦. رياضيٌّ كتلتُهُ 70 kg وسرعتُهُ 6 m/s، ما طاقةُ حركتِهِ؟

٧. يزنُ حوضُ أزهارٍ 15 N. وهو موضوعٌ على شرفةٍ ارتفاعُها 20 m عن سطحِ الأرض. ما الطاقةُ الكامنة لحوضِ الأزهارِ؟

تفسيرُ الأشكالِ التخطيطيَّةِ

٨. صفْ نوعَيِ الطاقةِ الميكانيكيَّةِ للشابِّ الظاهرِ في الصورةِ.



القسم ٢

مؤشِّراتُ الأداءِ

- يصفُ تحوُّلاتٍ للطاقةِ.
- يُعطي أمثلةً على تحوُّلاتِ الطاقةِ إلى أشكالٍ مختلفةٍ للطاقةِ.
- يوضِّحُ كيف نستفيدُ من تحوُّلاتِ الطاقةِ.

المُفرداتُ والمفاهيمُ

تحوُّلُ الطاقةِ

استراتيجيَّةُ القراءةِ

عصفٌ ذهنيٌّ: الفكرةُ الرئيسةُ في هذا القسمِ هي تحوُّلُ الطاقةِ. تذكَّرْ كلماتٍ وجملاً تتعلَّقُ بتحوُّلاتِ الطاقةِ.

تحوُّلاتُ الطاقةِ Energy conversions

تخيَّلْ أنَّكَ صَدَمْتَ وعاءً من الفَخّارِ بطريقِ الخطأ. فوقعَ عن الطاولةِ. ولحُسنِ الحظِّ تلتقطُهُ قبلَ أن يصلَ إلى الأرضِ.

مادامَ وعاءُ الفخّارِ على الطاولةِ تكونُ لهُ طاقةُ وضعٍ. لكنَّهُ وهو يسقطُ تتغيَّرُ طاقةُ وضعِهِ إلى طاقةِ حركةٍ. هذا التغيُّرُ مثالٌ على تحوُّلِ الطاقةِ. **تحوُّلُ الطاقةِ** Energy conversion تغيُّرٌ للطاقةِ من شكلٍ إلى شكلٍ آخرَ. يمكنُ تحويلُ أيِّ شكلٍ للطاقةِ إلى شكلٍ آخرَ لها. وتتغيَّرُ الطاقةُ أحياناً من شكلٍ إلى عدَّةِ أشكالٍ في آنٍ واحدٍ.

تحوُّلُ الطاقةِ: تغيُّرُ الطاقةِ من شكلٍ إلى شكلٍ آخرَ.

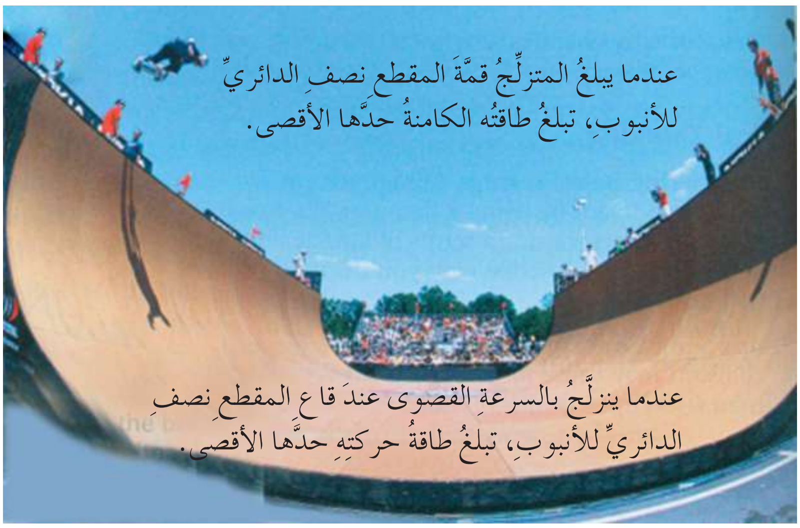
طاقةُ الحركةِ والطاقةُ الكامنةُ

انظرْ في **الشكل ١**، كيف استطاعَ المتزلِّجُ في رأيكَ، أن يعلوَ إلى هذا الارتفاعِ في الهواءِ؟ كانَ يتحرَّكُ بسرعةٍ كبيرةٍ في طريقِهِ إلى أعلى المقطعِ نصفِ الدائريِّ للأنبوبِ. بالتالي، كانَ عندهُ كمِّيَّةٌ من طاقةِ الحركةِ. ماذا حدثَ لهذه الطاقةِ؟ تغيَّرَتْ طاقةُ حركتِهِ إلى طاقةٍ كامنةٍ. تخيَّلْ أنَّ الصورةَ أدناه يعرضُها الفيديو ثابتةً. فماذا يحدثُ عندمَا يُكمِلُ الفيديو عرضَهُ المتحرِّكَ من جديدٍ؟ ستصبحُ الطاقةُ الكامنةُ للمتزلِّجِ من جديدٍ طاقةَ حركةٍ وهو يتزلَّجُ بسرعةٍ متزايدةٍ نحوَ أسفلِ المقطعِ نصفِ الدائريِّ للأنبوبِ.

الطاقةُ الكامنةُ المرونيَّةُ

يمكنُ استخدامُ الرِّباطِ المطّاطيِّ لعرضِ مثالٍ آخرَ على تحوُّلاتِ الطاقةِ. هل تعلمُ أنَّ بالإمكانِ تخزينَ الطاقةِ في رباطٍ مطّاطيٍّ؟ انظرْ إلى **الشكل ٢**. للرباطِ المطّاطيِّ المفتولِ في الطائرةِ اللعبةِ نوعٌ من طاقةِ الوضعِ يسمّى **الطاقةَ الكامنةَ المرونيةَ**. عندمَا يُترَكُ الرباطُ تصبحُ الطاقةُ المخزَّنةُ طاقةَ حركةٍ، إذْ تدورُ المروحةُ، فتطيرُ الطائرةُ.

الشكلُ ١ طاقةُ الوضعِ وطاقةُ الحركةِ



الشكلُ ٢ للرباطِ المفتولِ في نموذجِ الطائرةِ هذا طاقةٌ كامنةٌ، لأنَّ شكلَهُ قد تغيَّرَ.



تحقّقْ

كيف تُخزَّنُ الطاقةُ الكامنةُ المرونيَّةُ؟
وكيف تُطلَقُ؟

تستطيعُ تغييرَ شكلِ الرباطِ المطاطيِّ بشدِّه. والطاقةُ التي تبذلُها لشدِّه تصبحُ طاقةً كامنةً مرونيَّةً، كالمتزلجِ على قمَّةِ المقطعِ نصفِ الدائريِّ للأنبوبِ، يخزِّنُ الرباطُ المطّاطيُّ المشدودُ طاقةَ وضعٍ. فعندما تتركُه يعودُ إلى شكلِه الأصليِّ، ويطلقُ طاقتَهُ الكامنةَ المخزَّنةَ إلى طاقةِ حركةٍ تديرُ المروحةَ.

تحوُّلاتٌ تتضمَّنُ طاقةً كيميائيَّةً

ربَّما سمِعْتَ أحدًا يقولُ: «فطورُ الصباحِ أهمُّ وجبةٍ في اليومِ.» لماذا تناولُ الفطورِ مهمٌّ؟ وفقًا لما يبيِّنُهُ **الشكلُ ٣**، تأتي الطاقةُ الكيميائيَّةُ من الغذاءِ الذي تتناولُهُ. يستخدِمُ جسمُكَ هذه الطاقةَ لكي يؤدّيَ وظائفَهُ. فتناوُلُ الفطورِ يعطي جسمَكَ الطاقةَ اللازمةَ لمساعدتِكَ على بدءِ يومٍ جديدٍ.



الشكلُ ٣ تتحوَّلُ طاقةُ الغذاءِ الكيميائيَّةُ إلى طاقةِ حركةٍ عندَ القيامِ بنشاطٍ ما. وتتحوَّلُ إلى طاقةٍ حراريَّةٍ للمحافظةِ على درجةِ حرارةِ جسمِك.



أهمّيَّةُ تحوُّلاتِ الطاقةِ
Why energy conversions are important

نستخدمُ تحوُّلاتِ الطاقةِ في أيِّ شيءٍ نفعلُهُ. تدفئةُ منازلِنا وتبريدُها، الحصولُ على الطاقةِ من وجباتِ الطعامِ، وأشياءُ كثيرةٌ أخرى، تَستخدِمُ تحوُّلاتِ الطاقةِ. الآلاتُ، كمُجفِّفِ الشعرِ الظاهرِ في **الشكلِ ٤**، تساعدُ على استخدامِ الطاقةِ وتجعلُها مفيدةً لك. لا تستطيعُ الطاقةُ الكهربائيَّةُ، بحدِّ ذاتِها، أن تجفِّفَ شعرَكَ. لكن يُمكنُكَ استخدامُ مُجفِّفِ الشعرِ لتحويلِ الطاقةِ الكهربائيَّةِ إلى طاقةٍ حراريَّةٍ، وأخرى حركيَّةٍ تدفعُ الهواءَ الساخنَ الذي يساعدُك على تجفيفِ شعرِك.

تحوُّلاتُ الطاقةِ الكهربائيَّةِ

أنت تَستخدمُ طاقةً كهربائيَّةً في حياتِكَ اليوميَّةِ. عندما تُصغي إلى المذياعِ، وعندَما تُحمِّصُ الخبزَ، وعندَما تلتقطُ صورةً بالكاميرا، فإنَّكَ تستخدمُ طاقةً كهربائيَّةً. يمكنُ تحويلُ الطاقةِ الكهربائيَّةِ بسهولةٍ إلى أشكالٍ أخرى للطاقةِ. يدرجُ **الجدولُ ١** تحوُّلاتٍ شائعةً للطاقةِ تؤدّي الطاقةُ الكهربائيَّةُ دورًا فيها.

الجدولُ ١ بعضُ تحوُّلاتِ الطاقةِ الكهربائيَّةِ

المنبِّه	طاقةٌ كهربائيَّةٌ	←	طاقةٌ صوتيَّةٌ
البطّاريَّة	طاقةٌ كيميائيَّةٌ	←	طاقةٌ كهربائيَّةٌ
المصباح	طاقةٌ كهربائيَّةٌ	←	طاقةٌ ضوئيَّةٌ وطاقةٌ حراريَّةٌ
الخلاّط	طاقةٌ كهربائيَّةٌ	←	طاقةُ حركةٍ وطاقةٌ صوتيَّةٌ

الشكلُ ٤ تحوُّلاتُ الطاقةِ في مُجفِّفِ الشعرِ



مُراجعةُ القسمِ

ملخّص

- تحوُّلُ الطاقةِ هو تغيُّرُها من شكلٍ إلى آخرَ. يُمكنُ تحويلُ كلِّ شكلٍ للطاقةِ إلى أشكالٍ أخرى.
- تتحوَّلُ طاقةُ الحركةِ إلى طاقةٍ كامنةٍ جذبيَّةٍ عندَما يتحرَّكُ جسمٌ ضدَّ الجاذبيَّةِ.
- الطاقةُ الكامنةُ المرونيَّةُ مثالٌ آخرُ على الطاقةِ الكامنةِ.
- يستخدمُ جسمُكَ الغذاءَ الذي تتناولُهُ ليحوِّلَ الطاقةَ الكيميائيَّةَ إلى طاقةِ حركةٍ.

مراجعةُ المفرداتِ والمفاهيمِ

١. وضِّحِ المقصودَ بمفردةِ **تحويل الطاقة**.

استيعابُ الأفكارِ الرئيسةِ

٢. صفْ حالةً تتحوَّلُ فيها الطاقةُ الكهربائيَّةُ إلى طاقةٍ حراريَّةٍ.

٣. كيفَ يحصلُ جسمُكَ على الطاقةِ التي يحتاجُ إليها؟

تفكيرٌ ناقدٌ

٤. **تطبيقُ المفاهيمِ**: صفْ تحوُّلاتِ طاقةِ الحركةِ والطاقةِ الكامنةِ التي تحدثُ حينَ ترتدُّ كرةُ سلَّةٍ عنِ الأرضِ.

٥. **تطبيقُ المفاهيمِ**: السيّارةُ التي تتوقَّفُ فجأةً عندَ استخدامِ مكابحِها يصدرُ عنها صوتٌ مزعجٌ. هل الطاقةُ الصوتيَّةُ الناتجةُ خلالَ هذا التحوُّلِ للطاقةِ هي شكلٌ مفيدٌ للطاقةِ؟ وضِّحْ إجابتَكَ.

تفسيرُ الأشكالِ التخطيطيَّةِ

٦. انظرْ إلى الشكلِ التخطيطيِّ اللاحقِ، وأجبْ عن السؤالَيْنِ التاليَيْنِ:

أ. أيُّ شكلٍ للطاقةِ الميكانيكيَّةِ كان لدى المتزلِّجِ وهو في أعلى المنحدرِ؟

ب. ماذا يحدثُ لتلكَ الطاقةِ عندما يصلُ المتزلِّجُ إلى أسفلِ المنحدرِ؟



القسمُ
٣

مؤشِّراتُ الأداءِ

- يوضِّحُ كيف تُحفظُ الطاقةُ داخلَ نظامٍ مُغلقٍ.
- يوضِّحُ قانونَ حفظِ الطاقةِ.
- يعطي أمثلةً على أنَّ الطاقةَ الحراريَّةَ تَنتجُ دائمًا من تحوُّلٍ للطاقةِ.
- يوضِّحُ لماذا الحركةُ الدائمةُ مستحيلةٌ.

المُفرداتُ والمفاهيمُ

قوَّةُ الاحتكاكِ

قانونُ حفظِ الطاقةِ

استراتيجيَّةُ القراءةِ

تلخيصٌ ثنائيٌّ: اقرأْ أنت وزميلٌ لك هذا القسمَ بصمتٍ. ثمَّ تناوبا على تلخيصِه. توقَّفا لمناقشةِ الأفكارِ التي تبدو غيرَ واضحةٍ.

حفظُ الطاقةِ Conservation of Energy

للقطارِ المتعرِّجِ آليَّةٌ تدفعُ عرباتِه إلى قمَّةِ أوّلِ تلَّةٍ. لكنَّ العرباتِ تعملُ بعد ذلك من دونِ مساعدةٍ طوالَ بقيَّةِ الرحلةِ.

عندما تصعدُ العرباتُ ثمَّ تهبطُ تتحوَّلُ طاقتُها الكامنةُ الجذبيَّةُ إلى طاقةِ حركةٍ، وبالعكسِ أيضًا. لكنَّ العرباتِ لا تعودُ أبدًا إلى الارتفاعِ نفسِهِ الذي انطلقَتْ منه. هل فُقدتْ طاقةٌ في مكانٍ ما من المسارِ؟ لا، إنَّها بالضبطِ تحوَّلَتْ إلى أشكالٍ أخرى للطاقةِ.

أين تذهبُ الطاقةُ؟ Where does the energy go?

لتجدَ أين تذهبُ الطاقةُ الكامنةُ الابتدائيَّةُ لعربةِ القطارِ المتعرِّجِ، عليْكَ أن تفكِّرَ فيما هو أبعدُ من تلالِ القطارِ المتعرِّجِ، فقوى الاحتكاكِ أيضًا لها دورٌ في ذلك. **قوَّةُ الاحتكاكِ** Friction قوَّةٌ تعاكسُ الحركةَ بين سطحَيْنِ متلامسَيْنِ. لكي يتحرَّكَ القطارُ المتعرِّجُ، يجبُ استخدامُ طاقةٍ للتغلُّبِ على قوى الاحتكاكِ. توجدُ قوى احتكاكٍ بينَ دواليبِ القطارِ والسكَّةِ، وبينَ القطارِ والهواءِ المحيطِ به. نتيجةً لذلك، لا تتحوَّلُ الطاقةُ الكامنةُ بكاملِها إلى طاقةِ حركةٍ عندما يهبطُ القطارُ من قمَّةِ أوَّلِ تلَّةٍ. وما يُمكنُكَ أن تلاحظَهُ في **الشكلِ ١**، أنَّ طاقةَ الحركةِ لا تتحوَّلُ بكاملِها إلى طاقةٍ كامنةٍ.

الشكلُ ١ تحوُّلاتُ الطاقةِ في القطارِ المتعرِّجِ



الطاقةُ محفوظةٌ داخلَ نظامٍ مُغلقٍ
Energy is conserved within a closed system

النظامُ المُغلقُ مجموعةُ أجسامٍ تنتقلُ الطاقةُ فيما بينَها فقط. النظامُ المُغلقُ الذي يشتملُ على القطارِ المتعرِّجِ، مثلاً، يتكوَّنُ من السكَّةِ، والعرباتِ، والهواءِ المُحيطِ به. يتحوَّلُ دائمًا جزءٌ من الطاقةِ الميكانيكيَّةِ (مجموعُ طاقةِ الحركةِ والطاقةِ الكامنةِ) للقطارِ المتعرِّجِ إلى طاقةٍ حراريَّةٍ بسببِ قوى الاحتكاكِ. تنتجُ أيضًا طاقةٌ صوتيَّةٌ عن تحوُّلاتِ الطاقةِ في القطارِ المتعرِّجِ. إذا جُمعَتْ طاقةَ حركةِ العرباتِ عند القاعِ بعدَ أوَّلِ تلَّةٍ، والطاقةَ الحراريَّةَ الناتجةَ عن قوى الاحتكاكِ، والطاقةَ الصوتيَّةَ الناتجةَ، تحصلُ على مقدارٍ للطاقةِ الكلّيَّةِ يساوي الطاقةَ الكامنةَ عند قمَّةِ أوَّلِ تلَّةٍ. أي أنَّ الطاقةَ تُحفظُ ولا تفقدُ.

قوَّةُ الاحتكاكِ: قوَّةٌ تُعاكسُ الحركةَ بينَ سطحَيْنِ متلامسَيْنِ.

قانونُ حفظِ الطاقةِ: قانونٌ ينصُّ على أنَّ الطاقةَ لا يُمكنُ استحداثُها ولا إفناؤُها، لكن يمكنُ تحويلُها من شكلٍ إلى شكلٍ آخرَ.

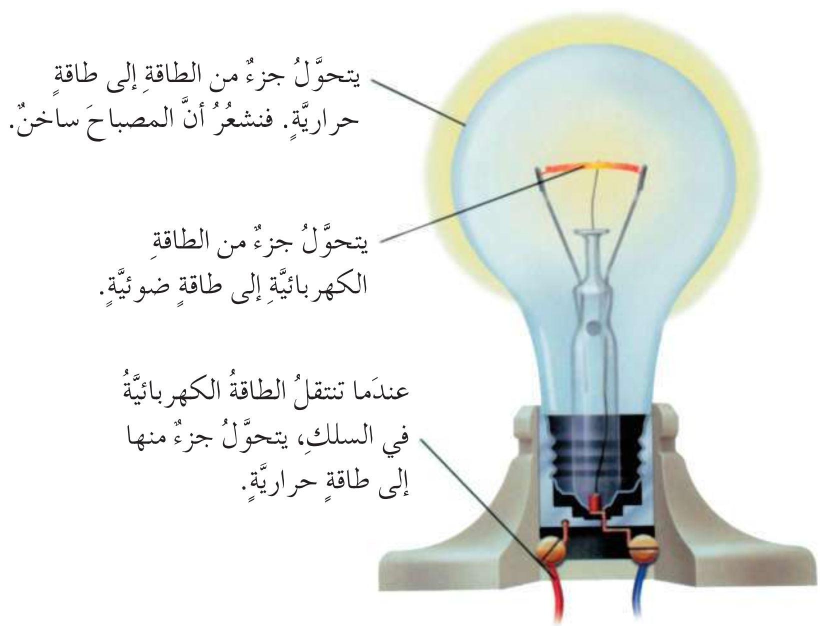
قانونُ حفظِ الطاقةِ Low of conservation of energy

تُحفَظُ الطاقةُ في كلِّ الحالاتِ. وبالنظرِ إلى عدمِ وجودِ أيِّ استثناءاتٍ لهذهِ القاعدةِ، تُعدُّ هذهِ القاعدةُ قانونًا. بناءً على **قانونِ حفظِ الطاقةِ Law of conservation of energy**، لا يُمكنُ استحداثُ الطاقةِ ولا إفناؤُها. إذًا، يبقى المقدارُ الكلّيُّ للطاقةِ داخلَ نظامٍ مُغلقٍ هو نفسُهُ دائمًا. يظهرُ **الشكلُ ٢**، إمكانيَّةَ تغييرِ الطاقةِ من شكلٍ إلى آخرَ. لكنَّ مجموعَ الأشكالِ المختلفةِ للطاقةِ داخلَ نظامٍ مُغلقٍ يظلُّ له دائمًا المقدارُ الكلّيُّ نفسُهُ للطاقةِ. ولا أهميَّةَ لعددِ التحوُّلاتِ التي تحدثُ.

تحقَّقْ

لماذا يُعدُّ حفظُ الطاقةِ قانونًا؟

الشكلُ ٢ حفظُ الطاقةِ في المصباحِ الكهربائيِّ



لا تحوُّلَ من دونِ طاقةٍ حراريَّة
No Conversion without thermal energy

عندَما تتحوَّلُ طاقةٌ من شكلٍ إلى آخرَ، يتحوَّلُ جزءٌ من الطاقةِ الابتدائيَّةِ إلى طاقةٍ حراريَّةٍ. الطاقةُ الحراريَّةُ، الناتجةُ من قوى الاحتكاكِ خلالَ تحوُّلاتِ الطاقةِ، ليسَتْ طاقةً مفيدةً. لذلكَ، لا تُستخدَمُ هذه الطاقةُ الحراريَّةُ لبذلِ شغلٍ. فكِّرْ في سيّارةٍ. أنتَ تزوِّدُها بالوقودِ، لكنْ ليسَتْ كلُّ الطاقةِ الكيميائيَّةِ للوقودِ تُستغلُّ في تحريكِ السيّارةِ، لأنَّ جزءًا من هذه الطاقةِ يتحوَّلُ إلى طاقةٍ حراريَّةٍ ضائعةٍ. وتصدرُ معظمُ هذه الطاقةِ من مبرِّدِ السيّارةِ ومن مخرجِ العادمِ.

حاولَ بعضُ الناسِ أن يصنعوا آلةً تستطيعُ العملَ إلى ما لا نهايةٍ ومن دونِ إضافةِ أيِّ طاقةٍ إليها أثناءَ عملِها. هذه الآلةُ الأبديَّةُ تُنتجُ مقدارًا من الطاقةِ يساوي تمامًا ما تأخذُهُ. إنَّ ذلكَ مستحيلٌ، حيثُ يَنتجُ دائمًا من تحولِ الطاقةِ طاقةٌ حراريَّةٌ ضائعةٌ. الطريقةُ الوحيدةُ للمحافظةِ على حركةِ هذه الآلةِ هو أن تستمرَّ تغذيتُها بالطاقةِ. مثلاً: الطائرُ الشاربُ – اللعبةُ في **الشكل ٣**، يستخدِمُ طاقةً حراريَّةً من الهواءِ لتبخيرِ الماءِ عن رأسِهِ. وهو بالتالي لا يُعدُّ آلةً أبديَّةَ الحركةِ.

زيادةُ كفاءةِ التحوُّلات

لعلَّكَ سَمِعتَ بأنَّ سيّارةً تكونُ ذاتَ كفاءةِ طاقةٍ إذا كانَتْ تستهلِكُ أقلَّ قدرٍ من المحروقاتِ في الكيلومترِ الواحدِ، وأنَّ منزلَكَ يكونُ ذا كفاءةِ طاقةٍ إذا كانَ معزولاً بشكلٍ جيِّدٍ. **كفاءةُ الطاقةِ** تمثِّلُ حاصلَ قسمةِ كمِّيَّةِ الطاقةِ المفيدةِ بعدَ التحويلِ على كمِّيَّةِ الطاقةِ قبلَ التحويلِ. يُمكنُ لسيّارةٍ ذاتِ كفاءةِ طاقةٍ عاليةٍ أنْ تقطعَ مسافةً أطولَ من سيّاراتٍ أخرى مع استهلاكِ كمِّيَّةِ الوقودِ نفسِها.

نشاطٌ منزليٌّ

تحوُّلاتُ الطاقةِ

جِدْ مع واحدٍ من أفرادِ عائلتِكَ ثلاثةَ أمثلةٍ على تحوُّلاتٍ للطاقةِ تحدثُ في منزلِكَ. نظِّمْ جدولاً يشتملُ على هذه التحوُّلاتِ واكتبْ أشكالَ الطاقةِ التي استُخدِمَتْ في كلِّ تحوُّلٍ وأشكالَ الطاقةِ التي نَتَجَتْ. اذكرْ إذا كانَ الشكلُ الناتجُ من الطاقةِ مفيدًا أم لا.

تحقَّقْ

علِّلْ: الحركةُ الأبديَّةُ مستحيلةٌ.

الشكلُ ٣ «الطائرُ الشاربُ»



١ عندَما «يشربُ» الطائر يتبلَّلُ اللبّادُ الذي يغطّي رأسَهُ.

٢ عندَما يستقيمُ الطائرُ يتبخَّرُ ماءُ اللبّادِ، فتنخفضُ درجةُ الحرارةِ عندَ الرأسِ، وينخفضُ بالتالي الضغطُ في داخلِه. يرتفعُ السائلُ الأحمرُ إلى الرأسِ من الذنبِ حيثُ الضغطُ أعلى فينحني الطائرُ.

٣ بعدَ أن «يشربَ» الطائرُ يعودُ السائلُ الأحمرُ إلى الذنبِ، فينقلبُ الطائرُ مستقيمًا، وتتكرَّرُ الدورةُ.

تحدث تحوُّلاتُ الطاقةِ ذاتُ الكفاءةِ العليا مع كمِّيَّةٍ أقلَّ من الطاقةِ الضائعةِ. انظرْ إلى **الشكل ٤**. تميلُ السيّاراتُ الحديثةُ إلى التميزُّ بكفاءةِ طاقةٍ أكبرَ مقارنةً بالسيّاراتِ القديمةِ. أحدُ الأسبابِ هو الشكلُ الديناميكيُّ الهوائيُّ (الانسيابيُّ) لأجسامِ السيّاراتِ. هذا الشكلُ يخفِّضُ قوى الاحتكاكِ بينَ السيّارةِ والهواءِ المحيطِ بها. بما أنَّ هذه السيّاراتِ تتحرَّكُ عبرَ الهواءِ بسهولةٍ أكثرَ، فإنَّها تستهلكُ طاقةً أقلَّ للتغلُّبِ على قوى الاحتكاكِ. هذه السيّاراتُ إذن أكثرُ كفاءةً. إنَّ تطويرَ كفاءةِ الآلاتِ، كالسيّاراتِ، أمرٌ مهمٌّ، لأنَّهُ كلَّما كانَتْ كفاءةُ الآلةِ أكبرَ كانَتِ الطاقةُ اللازمةُ لتشغيلِ الآلةِ أقلَّ، حيثُ إنَّ كمِّيَّةَ الطاقةِ المهدورةِ تكونُ أقلَّ.

الشكلُ ٤ يخفِّضُ شكلُ السيّاراتِ الحديثةِ قوى الاحتكاكِ بينَ جسمِ السيّارةِ والهواءِ.



ديناميكيَّةٌ هوائيَّةٌ عاليةٌ (انسيابيَّةٌ عاليةٌ)
more aerodynamic car



ديناميكيَّةٌ هوائيَّةٌ منخفضةٌ
less aerodynamic car

مُراجعةُ القسمِ

ملخَّص

- بسببِ قوى الاحتكاكِ، يتحوَّلُ جزءٌ من الطاقةِ إلى طاقةٍ حراريَّةٍ خلالَ تحوُّلِ الطاقةِ.
- تُحفظُ الطاقةُ ضمنَ نظامٍ مُغلقٍ. بناءً على قانونِ حفظِ الطاقةِ، لايُمكنُ استحداثُ الطاقةِ ولا إفناؤُها.
- الحركةُ الأبديَّةُ مستحيلةٌ، لأنَّ جزءًا من الطاقةِ التي تستخدمُها أيُّ آلةٍ يتحوَّلُ إلى طاقةٍ حراريَّةٍ بسببِ قوى الاحتكاكِ.

مراجعةُ المفرداتِ والمفاهيمِ

١. اكتبْ بأسلوبِكَ جملةً تعبِّرُ بها عن العلاقةِ بينَ قوَّةِ الاحتكاكِ، وقانونِ حفظِ الطاقةِ.

استيعابُ الأفكارِ الرئيسةِ

٢. الحركةُ الأبديَّةُ مستحيلةٌ لأنَّ:
   أ. الأشياءَ تميلُ إلى أن تبطئَ.
   ب. الأشياءَ تميلُ إلى أن تسرعَ.
   ج. للآلاتِ كفاءةً عاليةً جدًّا.
   د. في الآلاتِ احتكاكًا.

٣. صفْ تحوُّلاتِ الطاقةِ التي تحدثُ في عرباتِ القطارِ المتعرِّجِ، ووضِّحْ كيف تُحفَظُ الطاقةُ.

مهاراتٌ رياضيّاتٌ

٤. مُنحَت دوّاساتُ درّاجةٍ طاقةً قدرُها 80 J، ثمَّ تُركَتْ تصعدُ منحدرًا. بَذَلَتِ الدرّاجةُ شغلاً مقدارُهُ 60 J وهي تتحرَّكُ إلى الأمامِ إلى أن توقَّفَتْ. ما مقدارُ الطاقةِ التي تحوَّلَتْ إلى طاقةٍ حراريَّةٍ؟

تفكيرٌ ناقدٌ

٥. **تقويمُ استنتاجاتٍ**: تخيَّلْ أنَّكَ أسقطْتَ كرةً. ارتدَّتْ عدَّةَ مرّاتٍ ثمَّ توقَّفتْ. قالَ زميلُكَ: إنَّ الطاقةَ التي كانَتْ لدى الكرةِ ذهبَتْ. أين ذهبَتِ الطاقةُ؟ صحِّحْ عبارةَ زميلِكَ بالاعتمادِ على قانونِ حفظِ الطاقةِ.

مُراجَعَةُ الْفَصلِ

مراجعةُ المُفرداتِ والمفاهيمِ

١. وضِّحِ الفرقَ بينَ مفردتي كلِّ سؤالٍ.
أ. الطاقةُ الكامنةُ وطاقةُ الحركةِ
ب. الطاقةُ الميكانيكيَّةُ وتحوُّلُ الطاقةِ.
ج. قوَّةُ الاحتكاكِ وقانونُ حفظِ الطاقةِ.

استيعابُ الأفكارِ الرئيسةِ

اختيارٌ من مُتعدِّدٍ

٢. تعتمدُ طاقةُ الحركةِ على:
أ. الكُتلةِ والحجمِ.
ب. السرعةِ والوزنِ.
ج. الوزنِ والارتفاعِ.
د. السرعةِ والكُتلةِ.

٣. تعتمدُ الطاقةُ الكامنةُ الجذبيَّةُ على:
أ. السرعةِ والكُتلةِ.
ب. الوزنِ والارتفاعِ.
ج. الوزنِ والسرعةِ.
د. السرعةِ والارتفاعِ.

٤. أيٌّ من العباراتِ التاليةِ تصفُ تحوُّلاً من الطاقةِ الكيميائيَّةِ إلى الطاقةِ الحراريَّةِ؟
أ. يُهضمُ الغذاءُ ويُستخدَمُ لتنظيمِ درجةِ حرارةِ الجسمِ.
ب. يُحرقُ الفحمُ في منقلِ الشواءِ.
ج. يُحرقُ الفحمُ لإنتاجِ البُخارِ.
د. كلُّ ما وردَ.

٥. عندَما تتحوَّلُ الطاقةُ من شكلٍ إلى آخرَ يتحوَّلُ دائمًا جزءٌ من الطاقةِ إلى طاقةِ:
أ. حركةٍ
ب. كامنةٍ
ج. حراريَّةٍ.
د. ميكانيكيَّةٍ.

إجابةٌ قصيرةٌ

٦. سمِّ شكلَيْنِ للطاقةِ، وحدِّدْ علاقةَ كلٍّ منهُما بطاقةِ الحركةِ أو بالطاقةِ الكامنةِ.

٧. أعطِ ثلاثةَ أمثلةٍ على شكلٍ للطاقةِ يُمكنُ تحويلُهُ إلى شكلٍ آخرَ.

٨. وضِّحِ النظامَ المُغلقَ، وكيفَ تُحفظُ الطاقةُ فيه.

مهاراتٌ رياضيّاتٍ

٩. لعُلبةٍ طاقةٌ كامنةٌ جذبيَّةٌ مقدارُها 400 J.
أ. ما مقدارُ الشغلِ الذي بُذِلَ لإعطاءِ العلبةِ هذه الطاقةَ؟
ب. إذا كانَ وزنُ العلبةِ 100 N، فعلى أيِّ ارتفاعٍ من سطحِ الأرضِ تكونُ؟



تفكيرٌ ناقدٌ

١٠. **خريطةُ المفاهيم:** وظِّفِ المفاهيمَ التاليةَ لوضعِ خريطةِ مفاهيمَ: الطاقةُ، الآلاتُ، الطاقةُ الصوتيَّةُ، مُجفِّفُ الشعرِ، الطاقةُ الكهربائيَّةُ، تحوُّلاتُ الطاقةِ، الطاقةُ الحراريَّةُ، طاقةُ الحركةِ.

١١. **تطبيقُ المفاهيم:** صِفْ ما يحدثُ مُستخدمًا مفاهيمَ الطاقةِ، عندما تنفخُ بالونًا ثمَّ تتركُهُ دونَ أن تسدَّ فوَّهتَهُ.

١٢. **تحديدُ العلاقات:** إثرَ هبوطِكَ بدرّاجتِكَ عن تلَّةٍ، تتوقَّفُ في نهايةِ الأمرِ، حتّى وإن لم تستخدِمِ المكابحَ. استخدمْ هذه الحقيقةَ لتوضِّحَ لماذا الحركةُ الأبديَّةُ مستحيلةٌ.

١٣. **توقُّعُ النتائج:** تخيَّلْ أنَّ طاقةَ الشمسِ قد استُهلِكَتْ كلُّها. فماذا يُمكنُ أن يحدثَ لمصادرِ الطاقةِ على الأرضِ؟

١٤. **تحليلُ العمليّات:** انظرْ إلى الصورةِ التاليةِ، واذكرْ بدءًا من الفطورِ الذي تناولَهُ «قافزُ الزانةِ»، تحوُّلاتِ الطاقةِ المتتاليةِ اللازمةَ لكي يتمَّ الحدثُ الظاهرُ في الصورةِ.

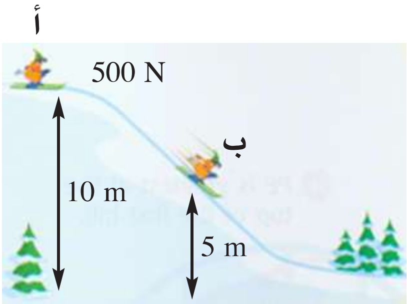


١٥. **وضعُ الفرضيّات:** تخيَّلْ سيّارتَيْنِ، إحداهُما أكثرُ كفاءةً من الأخرى. افترضْ سببَيْنِ ممكنَيْنِ لتكونَ إحدى السيّارتَيْنِ أكثرَ كفاءةً.

١٦. **تقويمُ الفرضيّات:** صفْ كيفَ تقوِّمُ الفرضيَّتَيْنِ اللتَيْنِ طرحتَهُما في التمرينِ ١٥. كيفَ تحكمُ بأنَّ إحدى الفرضيَّتَيْنِ أو كلتَيْهما عاملٌ في كفاءةِ السيّارةِ أو ليستْ عاملاً؟

تفسيرُ الأشكالِ التخطيطيَّة

١٧. استخدمِ الرسمَ التاليَ للإجابةِ عن الأسئلةِ اللاحقةِ.



أ. ما الطاقةُ الكامنةُ الجذبيَّةُ للمتزلِّجِ في النقطةِ أ؟

ب. ما الطاقةُ الكامنةُ الجذبيَّةُ للمتزلِّجِ في النقطةِ ب؟

ج. ما طاقةُ الحركةِ للمتزلِّجِ في النقطةِ ب؟

(ملاحظة:
الطاقةُ الميكانيكيَّةُ = الطاقةُ الكامنةُ + طاقةُ الحركةِ)



الفصل

١٢ الحرارة

الفكرةُ الرئيسةُ

الحرارةُ طاقةٌ تنتقلُ من جسم درجةُ حرارتِه مرتفعةٌ إلى جسمٍ آخر درجةُ حرارتِه منخفضةٌ.

القسم

حولَ الصورةِ

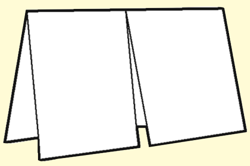
يستخدمُ متسلِّقُ الجبالِ مجموعةً من الأدواتِ الخاصَّةِ، منها الحبلُ، وخوذةُ الأمانِ، ومعولُ نقرِ الجليدِ، وثيابُ التدفئةِ. تحتوي ثيابُ المتسلِّقِ على طبقاتٍ عازلةٍ تحتَ طبقةِ الحمايةِ الخارجيَّةِ. تمنعُ الطبقاتُ العازلةُ انتقالَ الحرارةِ من جسمِ المتسلِّقِ إلى الهواءِ البارد. إذا لم يرتدِ المتسلِّقُ الثيابَ اللازمةَ، يشعرُ ببردٍ شديدٍ لأنَّ الطاقةَ الحراريَّةَ تنتقلُ دائمًا إلى المناطقِ ذاتِ درجةِ الحرارةِ الأدنى. إنّهُ متسلِّقُ الجليدِ اللبنانيِّ مكسيم شعيا وهو يستريحُ بعدَ أن تسلَّقَ قمَّةَ جبلِ فانسون Vinson وهو أعلى جبالِ القطبِ الجنوبيِّ، في يناير من العام ٢٠٠٤.

نشاطٌ تمهيديٌّ

ملف الملاحظات

جدولٌ ثنائيُّ اللوحاتِ:

قبلَ البدءِ بقراءةِ الفصلِ، قُمْ بإعدادِ **الجدولِ ثنائيِّ اللوحاتِ**، الموصوفِ في قسمِ **مهارات الدراسة**، المُدرجِ في مُلحقِ الكتابِ. عَنونِ اللوحتَيْنِ المتدلِّيتَيْنِ بـ «الحرارة» و«درجةُ الحرارةِ». خلالَ قراءتِكَ للفصلِ، اكتبِ المعلوماتِ التي تعلَّمتَها عن كلِّ فئةٍ على اللوحةِ المناسبةِ.





نشاطٌ استهلاليٌّ

يحبُّهُ البعضُ ساخنًا

يُمكنُكَ أحيانًا أن تقدِّرَ درجةَ حرارةِ جسمٍ بلمسِهِ. تتعرَّفُ في هذا النشاطِ، إلى حدٍّ ما، كيف يمكنُ ليَدِكَ أن تعملَ كثرمومترٍ.

الخُطواتُ

١. اجمعْ قطعًا صغيرةً من الموادِّ التاليةِ: **فلزٌّ**، **خشبٌ**، **فلِّينٌ صناعيٌّ**، **حجرٌ**، **بلاستيكٌ**، **كرتونٌ**. ضعِ الموادَّ على طاولةٍ من دونِ أن تكونَ متلاصقةً لعدَّةِ دقائقَ.

٢. ضعْ راحتَيْ يدَيْكَ على كلِّ قطعةٍ من هذهِ الموادِّ. ضعْ قائمةً بهذهِ الموادِّ ورتِّبْهَا من الأبردِ إلى الأكثرِ سخونةً كما تشعرُ بها.

٣. ضعْ **ثرمومترًا شريطيًّا** على سطحِ كلِّ مادَّةٍ. سجِّلْ درجةَ حرارةِ كلِّ مادَّةٍ.

التحليلُ

١. أيُّ مادَّةٍ شعَرْتَ أنَّها أكثرُ سخونةً بيدَيْكَ؟

٢. أيُّ مادَّةٍ كانَتْ درجةُ حرارتِها أعلى؟ هل هي المادَّةُ نفسُها التي شعَرْتَ أنَّها أكثرُ سخونةً؟

٣. لماذا، بحسبِ رأيكَ، تحسُّ أنَّ بعضَ الموادِّ أكثرُ سخونةً من غيرِها؟

٤. هل كانَتْ يدُكَ ثرمومترًا جيِّدًا؟ علِّلْ إجابتَكَ.

القسمُ ١

مؤشِّراتُ الأداء

- يصفُ كيف ترتبطُ درجةُ الحرارةِ بطاقةِ الحركةِ.
- يقارنُ درجاتِ حرارةٍ مقيسةً على عدةِ مقاييسَ.
- يعطي أمثلةً على التمدُّدِ الحراريِّ.

المُفرداتُ والمفاهيمُ

درجةُ الحرارةِ
التمدُّدُ الحراريُّ
الصفرُ المُطلقُ

استراتيجيَّةُ القراءة

دليلُ التوقُّع: قبلَ قراءةِ هذا القسمِ، اكتبْ عناوينَهُ الفرعيَّةَ. ثمَّ اكتبْ تحتَ كلِّ عنوانٍ ما تتوقَّعُ أنَّكَ ستتعلَّمُهُ.

درجةُ الحرارة: قياسٌ لمدى سخونة (أو برودة) شيءٍ ما، وبالتحديد قياسٌ لمتوسِّطِ طاقةِ حركةِ الجسيماتِ في جسمٍ معيَّنٍ.

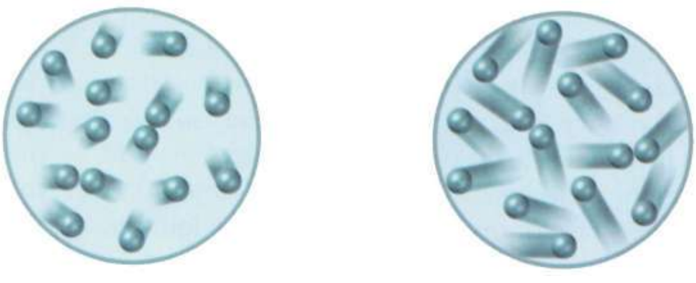
درجةُ الحرارةِ

فكِّرْ في مقابضِ صنابيرِ الماءِ: يوجدُ عليها الحرفُ «H» أو نقطةٌ حمراءُ للإشارةِ إلى الماءِ الساخنِ. أمّا الحرفُ «C» أو النقطةُ الزرقاءُ فيُشيرانِ إلى الماءِ البارِدِ. لكن هل يتدفَّقُ من الصنبورِ المرمَّزِ بالرمزِ «H» ماءٌ ساخنٌ فقط؟ ربَّما لاحظْتَ أنَّهُ، عندما تفتحُ صنبورَ الماءِ الساخنِ، أنَّ ماءً بارِدًا يتدفَّقُ منه في البدايةِ، يليهِ ماءٌ ساخنٌ. هل علامةُ الصنبورِ خطأٌ؟ المفردتانِ **ساخنٌ** و**بارِدٌ** ليستا مفردتَيْنِ علميَّتَيْنِ. إذا أردْتَ أن تُحدِّدَ بالفعلِ مدى سخونةِ جسمٍ أو برودتِهِ، فالمفردةُ الصحيحةُ درجةُ الحرارةِ.

لعلَّكَ تعتقدُ بأنَّ درجةَ الحرارةِ قياسٌ لمدى سخونةِ شيءٍ أو برودتِهِ، لكنْ قد يكونُ استخدامُ مصطلحَي **الساخنِ** و**البارِدِ** مُضلِّلًا. تخيَّلْ أنَّكَ كُنتَ على سطحِ البيتِ في يومٍ حارٍّ. ثم دخلتَ شرفةً مُظلَّلةً وفيها مروحةٌ تدورُ، ألا تُحسُّ بأنَّ الشرفةَ بارِدةٌ؟ بعد ذلك، يخرجُ أخوكَ إلى الشرفةِ من غرفةٍ مبرَّدةٍ بمكيِّفٍ. فيحسُّ أنَّ الشرفةَ حارَّةٌ! إنَّ استخدامَ مصطلحِ **درجةِ الحرارةِ** بدلَ مصطلحَي **البارِدِ** و**الساخنِ** يزيلُ الالتباسَ. من الناحيةِ العلميَّةِ تعدُّ **درجةُ الحرارةِ Temperature** قياسًا لمتوسِّطِ طاقةِ حركةِ الجسيماتِ في جسمٍ معيَّنٍ.

درجةُ الحرارةِ وطاقةُ الحركةِ

جميعُ الموادِّ مُكوَّنةٌ من ذرّاتٍ وجزيئاتٍ في حركةٍ عشوائيَّةٍ دائمةٍ (بسرعاتٍ مختلفةٍ)، حتّى وإن لم تظهرْ كذلك. بما أنَّ الجسيماتِ في حركةٍ، فإن لها طاقةَ حركةٍ. وكلَّما كانَتْ سرعةُ الجسيماتِ أكبرَ كانَتْ طاقةُ حركتِها أكبرَ. انظرِ **الشكلَ ١**. كلَّما كانَتْ طاقةُ حركةِ جسيماتِ الجسمِ أكبرَ كانَتْ درجةُ حرارةِ الجسمِ أعلى. وبما أنَّ لكلِّ جُسيمٍ سرعةً مختلفةً أي طاقةَ حركةٍ مختلفةً، فإنَّ درجةَ حرارةِ الجسمِ تعتبرُ مقياسًا لمتوسِّطِ طاقةِ حركةِ جميعِ جُسيماتِهِ.



الشكلُ ١ متوسِّطُ طاقةِ حركةِ جسيماتِ الغازِ، إلى اليمينِ، أكبرُ من متوسِّطِ طاقةِ حركةِ جسيماتِ الغازِ إلى اليسارِ. لذلك، تكونُ درجةُ حرارةِ الغازِ إلى اليمينِ أعلى من مثيلتِها إلى اليسارِ.

متوسِّطُ طاقةِ حركةِ الجسيماتِ

تعتمدُ درجةُ حرارةِ جسمٍ على متوسِّطِ طاقةِ حركةِ كلِّ جسيماتِه. ولا تعتمدُ درجةُ الحرارةِ على مقدارِ كميَّةِ المادَّةِ التي يحتويها الجسمُ. انظرِ **الشكلَ ٢**. إبريقُ الشايِ والفنجانُ فيهما كميَّتانِ مُختلفتانِ من الشايِ، ومتوسِّطُ طاقةِ حركةِ الجُسيماتِ لكلٍّ منهما هو نفسُه. لذلك يكونُ لإبريقِ الشايِ وفنجانِ الشايِ درجةُ الحرارةِ نفسُها لحظةَ السكبِ.

تحقَّقْ

ما العلاقةُ بين درجةِ الحرارةِ وطاقةِ حركةِ جزيئاتِ المادَّةِ؟



الشكلُ ٢ في إبريقِ الشايِ كميَّةُ شايٍ أكبرُ ممّا في الفنجانِ. لكنَّ درجةَ حرارةِ الشايِ في الفنجانِ هي درجةُ حرارةِ الشايِ نفسُها في الإبريقِ لحظةَ السكبِ.

مختبرٌ سريعٌ

هل هو ساخنٌ أم باردٌ؟

١. ضعْ يدَيْكَ في **وعاءٍ فيه ماءٌ فاترٌ**، ولاحظْ كيف يكونُ إحساسُكَ بالماءِ.

٢. ضعِ الآنَ يدًا واحدةً في **وعاءٍ فيه ماءٌ باردٌ**، واليدَ الأخرى في **وعاءٍ فيه ماءٌ ساخنٌ**.

٣. بعد حواليَّ دقيقةٍ، أخرجْ يدَيْكَ من الماءِ الباردِ ومن الماءِ الساخنِ وضَعْهما من جديدٍ في الماءِ الفاترِ. لاحظْ كيف تحسُّ كلُّ يدٍ بهذا الماءِ.

٤. هل يمكنُكَ الاعتمادُ على يدَيْكَ لتحديدِ درجةِ الحرارةِ؟ برِّرْ رأيَكَ.

التمدُّدُ الحراريُّ: ازديادُ حجم مادَّةٍ نتيجة ارتفاع درجة حرارتها.

الصفرُ المُطلقُ: درجةُ الحرارة حيثُ تكون طاقةُ الجزيئات في حدِّها الأدنى (0 K على تدريج كلفن أو 273,16°C- على التدريجِ السيليزيِّ).

الثرمومتر (مقياسُ درجةِ الحرارةِ)

كيف تقيسُ درجةَ حرارةِ كوبٍ من الشوكولاتة الساخنة؟ هل ترتشفُ منه أم تضعُ إصبعكَ فيه؟ لعلَّكَ لا تفعلُ ذلك. عليكَ إذًا أن تستخدمَ ثرمومترًا.

تتكوَّنُ معظمُ الثرمومترات من أنابيبَ زجاجيَّةٍ دقيقةٍ مملوءةٍ بسائل. غالبًا ما يُستخدمُ الزئبقُ أو الكحولُ في الثرمومترات، لأنَّهما يبقيان سائلَيْن ضمن مدًى واسعٍ من درجاتِ الحرارة.

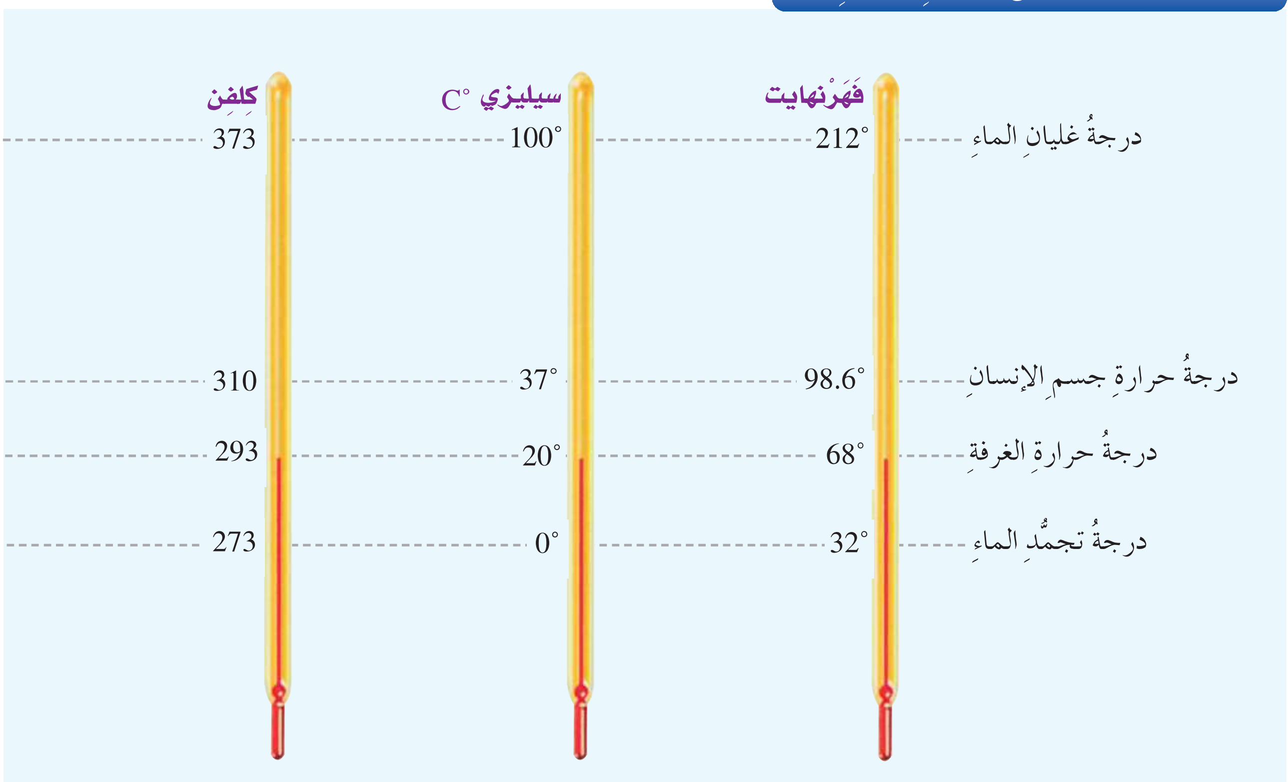
تستطيعُ الثرمومتراتُ أن تقيسَ درجةَ الحرارةِ بفضلِ خاصِّيَّةٍ تسمّى التمدُّد الحراري. **التمدُّدُ الحراريُّ** **Thermal expansion** هو ازديادُ حجمِ مادَّةٍ نتيجةً لارتفاعِ درجةِ حرارتِها. عندما ترتفعُ درجةُ حرارةِ مادَّةٍ ما تتحرَّكُ جسيماتُها بسرعةٍ أكبرَ فتتباعدُ، وتتَّسعُ الفراغاتُ التي بينَ الجُسيماتِ وتتمدَّدُ المادَّةُ. تتمدَّدُ بعضُ السوائلِ مثلُ الزئبقِ والكحولِ بمقدارٍ ثابتٍ عندَ تغيُّرٍ معيَّنٍ في درجةِ الحرارة.

انظرْ إلى الثرمومتراتِ في **الشكل ٣**. جميعُها موجودةٌ عند درجةِ الحرارةِ نفسِها. لذلك يتمدَّدُ الكحولُ في جميعِ الثرمومتراتِ بالمقدارِ نفسِه، لكنَّ الرقمَ يختلفُ من ثرمومترٍ إلى آخرَ بسببِ اختلافِ التدريجِ المسجَّلِ على كلِّ ثرمومترٍ.

تحقَّقْ

ما الخاصِّيَّةُ التي تجعلُ الثرمومتراتِ تعملُ؟

الشكلُ ٣ ثلاثةُ تداريجَ لدرجاتِ الحرارة



تداريجُ درجاتِ الحرارة

يقدِّمُ المذيعُ في **الشكل ٤** تقريرًا عن حالةِ الطقس، ويذكرُ درجةَ الحرارة وفقًا للتدريجِ السيليزيِّ (°C) أو تدريجِ فهرنهايت (°F). أمّا العلماءُ فيستخدمون تدريجَ كِلفن. في التدريجِ السيليزيِّ يقسَّمُ مدى درجاتِ الحرارةِ الواقعُ بين درجتَي تجمدِ الماءِ وغليانه إلى ١٠٠ جزء، تسمّى درجاتٍ سيليزيَّةً (°C). التدريجُ الثالثُ هو تدريجُ كِلْفن أو التدريجُ المطلقُ، وهو تدريجُ درجاتِ الحرارةِ في نظامِ الوحداتِ الدوليَّة. يقسمُ تدريجُ كلفن إلى وحداتٍ تسمّى كِلْفن (K)، وليس درجةَ كِلْفن.

أدنى درجةِ حرارةٍ على تدريجِ كِلْفن هي (0 K)، أو ما يسمّى **الصفرَ المُطلق Absolute zero**. الصفرُ المُطلقُ (حوالَيْ ‎-273 °C) هو درجةُ الحرارةِ التي تتوقَّفُ عندها الجزيئاتُ عن الحركة. لا يمكنُ حاليًّا بلوغُ الصفرِ المُطلق، لكنَّ بلوغ درجاتِ حرارةٍ قريبةٍ جدًا من الصفرِ المُطلق قد تمَّ في المُختبرات.

تحويلُ درجةِ الحرارة

تبيِّنُ الصفحةُ السابقةُ أنَّ درجةَ حرارةٍ معيَّنةً تُمثَّلُ على التداريجِ الثلاثةِ لدرجةِ الحرارةِ بأرقامٍ مختلفة. فمثلاً: تبلغُ درجةُ حرارةِ تجمدِ الماءِ على هذه التداريج: 32 °F، 0°C، 273 K.

درجةُ الحرارةِ 0°C هي في الحقيقةِ أعلى بكثيرٍ من (0 K). لكنْ إذا تغيَّرتْ درجةُ حرارةِ جسمٍ بمقدارِ 1 K فإنَّ درجةَ حرارةِ الجسمِ تكونُ قد تغيَّرتْ بمقدارِ 1°C. ودرجةُ الحرارةِ 0°C أعلى من 0°F، لكنْ إذا تغيَّرتْ درجةُ حرارةِ جسمٍ بمقدارِ 1°C فإنَّ درجةَ حرارتِه لا تتغيَّرُ بمقدارِ 1 F. يمكنُكَ تحويلُ درجةِ الحرارةِ من تدريجٍ إلى آخرَ باستخدامِ المعادلاتِ المبيَّنةِ في **الجدولِ ١** التالي.

الجدولُ ١ تحويلُ درجةِ الحرارةِ من وحدةٍ إلى أخرى

للتحويل	استخدامُ المعادلة	مثال
من سيليزيَّةٍ إلى فهرنهايت °C ⟶ °F	$T_F = \left(\frac{9}{5} \times T_C\right) + 32$	حوِّلْ 45 T_C إلى درجاتِ فهرنهايت. $T_F = \left(\frac{9}{5} \times 45\right) + 32 = 113°F$
من فهرنهايت إلى سيليزيَّة °F ⟶ °C	$T_C = \frac{5}{9} \times (T_F - 32)$	حوِّلْ 68 °F إلى درجاتٍ سيليزيَّة. $T_C = \frac{5}{9}(68 - 32) = 20°C$
من سيليزيَّةٍ إلى كلفن °C ⟶ K	$T_K = T_C + 273$	حوِّلْ 45°C إلى كِلفن. $T_K = 45 + 273 = 318\ K$
من كَلفن إلى سيليزيَّة K ⟶ °C	$T_C = T_K - 273$	حوِّلْ 32 K إلى درجاتٍ سيليزيَّة. $T_C = 32 - 273 = -241°C$

وقفةٌ مع الرياضيّاتِ

تحويلُ درجاتِ الحرارة

استخدمْ معادلاتِ الجدولِ ١ للإجابة عن الأسئلةِ التالية:

١. ما درجةُ الحرارةِ على التدريجِ السيليزيِّ المعادلةُ لـ 373 K؟

٢. الصفرُ المُطلقُ هو 0 K. ما درجةُ الحرارةِ المعادلةُ لها على التدريجِ السيليزيِّ؟ على تدريجِ فهرنهايت؟

٣. أيُّ درجةِ حرارةٍ أبردُ: 0°F أم 200 K؟



الشكلُ ٤ قد تقدِّمُ تقاريرُ حالةِ الطقس التي تشاهدُها في نشراتِ الأخبارِ درجةَ الحرارةِ بدرجاتِ فهرنهايت أو التدريجِ السيليزيّ.

تطبيقاتُ التمدُّدِ الحراريِّ

تعلَّمْتَ كيف يعملُ التمدُّدُ الحراريُّ للسوائلِ في الثرمومترات. لكنَّ التمدُّدَ الحراريَّ له تطبيقاتٌ أخرى متعدِّدةٌ. فيما يلي تقرأُ عن حالةٍ يكونُ فيها التمدُّدُ الحراريُّ خطرًا، وعن حالةٍ ثانيةٍ يكونُ فيها التمدُّدُ الحراريُّ مفيدًا، وعن حالةٍ أخرى يمكنُهُ فيها أن يحملَكَ في الهواءِ!

مفاصلُ التمدُّدِ على الجسورِ

هل سبقَ لك أن انتقلْتَ على جسرٍ طويلٍ في سيّارةٍ؟ ربَّما سمِعْتَ أو شعَرْتَ، وأنت تقطعُ الجسرَ بالسيّارةِ، بصوتِ طقطقةٍ. يحدثُ هذا الصوتُ عندما تمرُّ السيّارةُ فوقَ فراغاتٍ صغيرةٍ تسمّى **مفاصلَ التمدُّدِ**، كما يظهرُ في **الشكلِ ٥**. إذا كانَ الطقسُ حارًّا جدًّا، يسخنُ الجسرُ فيتمدَّدُ. وربَّما أدّى تمدُّدُ الجسرِ إلى انهيارِه. تسمحُ مفاصلُ التمدُّدِ لأجزاءِ الجسرِ بأن تتمدَّدَ في فراغاتٍ دون أن تتسبَّبَ في انهيارِه.



الشكلُ ٥ هذا الفراغُ في الجسرِ يسمحُ للأسمنتِ بأن يتمدَّدَ ويتقلَّصَ من دونِ أن يُدمَّرَ.

الشرائحُ ثنائيَّةُ الفلزِّ في منظِّماتِ الحرارةِ (ترموستات)

يحصلُ التمدُّدُ الحراريُّ أيضًا في منظِّمِ الحرارةِ، وهو الجهازُ الذي يضبطُ درجةَ حرارةِ السخّانِ في منزلِك. نجدُ داخلَ بعضِ المنظِّماتِ الحراريَّةِ شرائحَ ثنائيَّةَ الفلزِّ . تصنَّعُ **الشريحةُ ثنائيَّةُ الفلزِّ** من فلزَّيْنِ مختلفَيْنِ ملحومَيْنِ معًا على شكلِ شريحةٍ رقيقةٍ. بسببِ اختلافِ معدَّلاتِ تمدُّدِ الفلزّاتِ، يتمدَّدُ أحدُ الفلزَّيْنِ أكثرَ من الآخرِ عندمَا تسخنُ الشريحةُ الثنائيَّةُ الفلزِّ. وهو ما يجعلُ الشريحةَ تنحني مع التغيُّراتِ في درجةِ الحرارةِ. و**الشكلُ ٦** يبيِّنُ منظِّمًا حراريًّا في السخّانِ الكهربائيِّ يستخدمُ الشرائحَ ثنائيَّةَ الفلزِّ.

تحقَّقْ

ما هدفُ مفاصلِ التمدُّدِ في الجسورِ؟

الشكلُ ٦ كيف يعملُ المنظِّمُ الحراريُّ



أ عندما تنخفضُ درجةُ حرارةِ الغرفةِ عن المستوى المطلوبِ، يزدادُ التفافُ الشريحةِ ثنائيَّةِ الفلزِّ، فينقلبُ الأنبوبُ الزجاجيُّ. وتُغلقُ قطرةُ الزئبقِ الدائرةَ الكهربائيَّةَ، فيعملُ السخّانُ.



ب عندمَا ترتفعُ درجةُ حرارةِ الغرفةِ وتتجاوزُ المستوى المطلوبَ، ترتخي الشريحةُ ثنائيَّةُ الفلزِّ (يقلُّ التفافُها) وينقلبُ الأنبوبُ الزجاجيُّ إلى الجهةِ الأخرى. فتبتعدُ قطرةُ الزئبقِ عن طرفَي السلكَيْنِ وتُفتَحُ الدائرةُ الكهربائيَّةُ فيتوقَّفُ السخّانُ عن العملِ.

التمدُّدُ الحراريُّ في المناطيدِ

لعلَّك سمعْتَ المبدأَ القائلَ: «الهواءُ الساخنُ يرتفعُ». إذا رأيْتَ مناطيدَ تنتقلُ بهدوءٍ في السماءِ، تكونُ قد رأيتَ تطبيقًا عمليًا لهذا المبدأ. لكن لماذا يرتفعُ الهواءُ الساخنُ؟

عندما يسخَّنُ غازٌ ما، كما يظهرُ في **الشكل ٧**، تزدادُ طاقةُ حركةِ جسيماتِه. تتحرَّكُ هذه الجسيماتُ بسرعةٍ أكبرَ، فيزدادُ حجمُ الفراغاتِ بينها، ويتمدَّدُ الغازُ. عندما يتمُّ تسخينُ الهواءِ داخلَ المنطادِ (وهو خليطٌ من عدَّةِ غازاتٍ) يتمدَّدُ الهواءُ، ويصبحُ البالونُ أقلَّ كثافةً من الهواءِ المحيطِ بهِ، فيرتفعُ في الجوِّ!



الشكلُ ٧ يساعدُ التمدُّدُ الحراريُّ على رفعِ هذه المناطيدِ عن الأرضِ.

مُراجعةُ القسمِ

ملخّص

- درجةُ الحرارةِ هي قياسُ متوسّطِ طاقةِ حركةِ جسيماتِ المادّةِ.
- الفهرنهايت، والسيليزي، والكلفن، ثلاثةُ تداريجَ لقياسِ درجةِ الحرارةِ.
- التمدُّدُ الحراريُّ هو زيادةُ حجمِ المادَّةِ نتيجةً لارتفاعِ درجةِ حرارتِها.
- الصفرُ المُطلقُ (0 K، أو -273°C) هو أدنى درجةِ حرارةٍ ممكنةٍ.
- يعملُ المنظّمُ الحراريُّ بسببِ التمدُّدِ الحراريِّ لشريحةٍ ثنائيَّةِ الفلزِّ.

مراجعةُ المفرداتِ والمفاهيمِ

١. وضِّحْ ما تعنيه درجةُ الحرارةِ.

٢. استخدمْ كلاًّ من المصطلحَيْنِ التاليَيْنِ في جملةٍ منفصلةٍ: التمدُّدُ الحراريُّ والصفرُ المُطلقُ.

استيعابُ الأفكارِ الرئيسةِ

٣. أيٌّ مما يلي أدنى درجةِ حرارةٍ ممكنةٍ؟
   أ. 0 K.
   ب. 0°C.
   ج. 0°F.
   د. -273°F.

٤. هل تعتمدُ درجةُ الحرارةِ على كميَّةِ المادَّةِ؟ وضِّحْ ذلك.

٥. ما المقصودُ بالتمدُّدِ الحراريِّ؟

مهاراتٌ رياضيّاتٌ

٦. حوِّلْ 35°C إلى درجاتٍ فهرنهايت.

٧. حوِّلْ 34°F إلى درجاتٍ سيليزيَّةٍ.

٨. حوِّلْ 0°C إلى كلفن.

٩. حوِّلْ 100 K إلى درجاتٍ سيليزيَّةٍ.

تفكيرٌ ناقدٌ

١٠. **توقُّعُ النتائجِ**: علِّلْ: إذا سُخِّنَ وعاءٌ ممتلئٌ بالحساءِ لحافتهِ يفيضُ الحساءُ.

١١. **تحليلُ العمليّاتِ**: ماذا يحدثُ خلالَ التمدُّدِ الحراريِّ لكثافةِ المادَّةِ؟

١٢. **وضعُ الفرضيّاتِ**: وُضِعَ كوبٌ فيه ماءٌ باردٌ على طاولةٍ. ازدادَ متوسِّطُ طاقةِ حركةِ جسيماتِ الماءِ. أمّا متوسِّطُ طاقةِ حركةِ الجسيماتِ لجزءِ الطاولةِ الذي يقعُ تحتَ الكوبِ فانخفضَ. ماذا حدثَ في رأيكَ؟

القسمُ ٢

ما الحرارةُ؟

حانَ وقتُ المعاينَةِ الطبِّيَّةِ السنويَّة. يحضرُ الطبيبُ ويبدأُ مُعاينَتكَ بوضعِ سمّاعتهِ على ظهركَ. تنتفضُ قليلاً وتقولُ: إنَّها باردةٌ!

ما الذي جعلكَ تشعرُ بأنَّ السمّاعةَ باردةٌ؟ عمليَّةُ انتقالِ الطاقةِ بين الفلزِّ وجسمكَ تجيبُ عن السؤالِ. تتعلَّمُ في هذا القسمِ عن هذا النوعِ من انتقالِ الطاقةِ.

الطاقةُ الحراريَّةُ المُنتقلةُ

قد تظنُّ أنَّ كلمةَ حرارةٍ تُستخدمُ مع الأشياءِ التي تشعرُ بها ساخنةً. إنَّنا نستخدمُ أيضًا كلمةَ حرارةٍ مع الأشياءِ التي نشعرُ بأنَّها باردةٌ، كسمّاعةِ الطبيبِ. الحرارةُ في الحقيقةِ هي ما يجعلُنا نشعرُ بالأشياءِ باردةً أو ساخنةً، أو هي تسخينُ الأشياءِ أو تبريدُها تبعًا للظروفِ المحيطةِ. و**الحرارةُ** Heat هي الطاقةُ المنتقلةُ بين جسمَيْنِ لهما درجتا حرارةٍ مختلفتانِ.

لماذا نشعرُ أنَّ بعضَ الأجسامِ ساخنةٌ، وأنَّ بعضَها الآخرَ باردٌ؟ عند تلامسِ جسمَيْنِ لهما درجتا حرارةٍ مختلفتانِ، تنتقلُ دائمًا الطاقةُ من الجسمِ ذي درجةِ الحرارةِ الأعلى إلى الجسمِ ذي درجةِ الحرارةِ الأدنى. انظرْ إلى **الشكل ١**. تلمسُ سمّاعةُ الطبيبِ ظهركَ. تنتقلُ الطاقةُ من ظهركَ إلى السمّاعةِ لأنَّ درجةَ حرارةِ ظهركَ (37°C) أعلى من درجةِ حرارةِ السمّاعةِ (التي قد تكونُ لها درجةُ حرارةِ الغرفةِ، أي حوالي 20°C). هذه الطاقةُ تنتقلُ بسرعةٍ، لذلك تشعرُ أنَّ السمّاعةَ باردةٌ.

مؤشِّراتُ الأداءِ

- يعرِّفُ الحرارةَ كطاقةٍ حراريَّةٍ منتقلةٍ بينَ جسمَيْنِ لهما درجتا حرارةٍ مختلفتانِ.
- يُقارنُ بينَ التوصيلِ الحراريِّ والحَمْلِ والإشعاعِ.
- يستخدمُ الحرارةَ النوعيَّةَ لحسابِ الحرارةِ.

المُفرداتُ والمفاهيمُ

الحرارةُ	العازلُ الحراريُّ
الطاقةُ الحراريَّةُ	الحَمْلُ
التوصيلُ الحراريُّ	الإشعاعُ
الموصِّلُ الحراريُّ	الحرارةُ النوعيَّةُ

استراتيجيَّةُ القراءةِ

تلخيصٌ ثنائيٌّ: اقرأْ هذا القسمَ قراءةً صامتةً. تناوبْ مع زميلٍ لكَ على تلخيصِ مضمونِه. ناقشا الأفكارَ التي تبدو غيرَ واضحةٍ.

الحرارةُ: الطاقةُ المنتقلةُ بين جسمَيْنِ لهما درجتا حرارةٍ مختلفتانِ.



الشكلُ ١ عندَ وضعِ السمّاعةِ الفلزيَّةِ على جسمِكَ تشعرُ بأنَّها باردةٌ.

الحرارةُ والطاقةُ الحراريَّةُ

إذا كانتِ الحرارةُ طاقةً مُنتَقِلَةً، فأيُّ شكلٍ للطاقةِ تمَّ انتقالُهُ؟ الإجابةُ: الطاقةُ الحراريَّةُ. **الطاقةُ الحراريَّةُ Thermal energy** هي مجموعُ طاقةِ حركةِ الجسيماتِ التي تكوِّنُ المادَّةَ. وتُقاسُ بالجول (J)، وتعتمدُ على درجةِ الحرارةِ وعلى كميَّةِ المادَّةِ الموجودة. انظرْ إلى **الشكل ٢**. كلَّما كانَ عددُ جسيماتِ مادَّةٍ أكبرَ كانتِ الطاقةُ الحراريَّةُ لهذه المادَّةِ أكبرَ. وكلَّما كانتْ درجةُ حرارةِ الجسمِ أعلى كانتْ طاقتُهُ الحراريَّةُ أكبرَ.



الشكلُ ٢ صحيحٌ أنَّ للحساءِ في الإناءَيْنِ درجةَ الحرارةِ نفسَها، لكنَّ في المقلاةِ حساءً أكثرَ. لذلك يكونُ في حساءِ المقلاةِ طاقةٌ حراريَّةٌ أكبرُ من الطاقةِ الحراريَّةِ في حساءِ الوعاءِ الآخرِ.

الطاقةُ الحراريَّةُ: مُجملُ طاقةِ الحركةِ لدى جسيماتِ المادَّةِ.

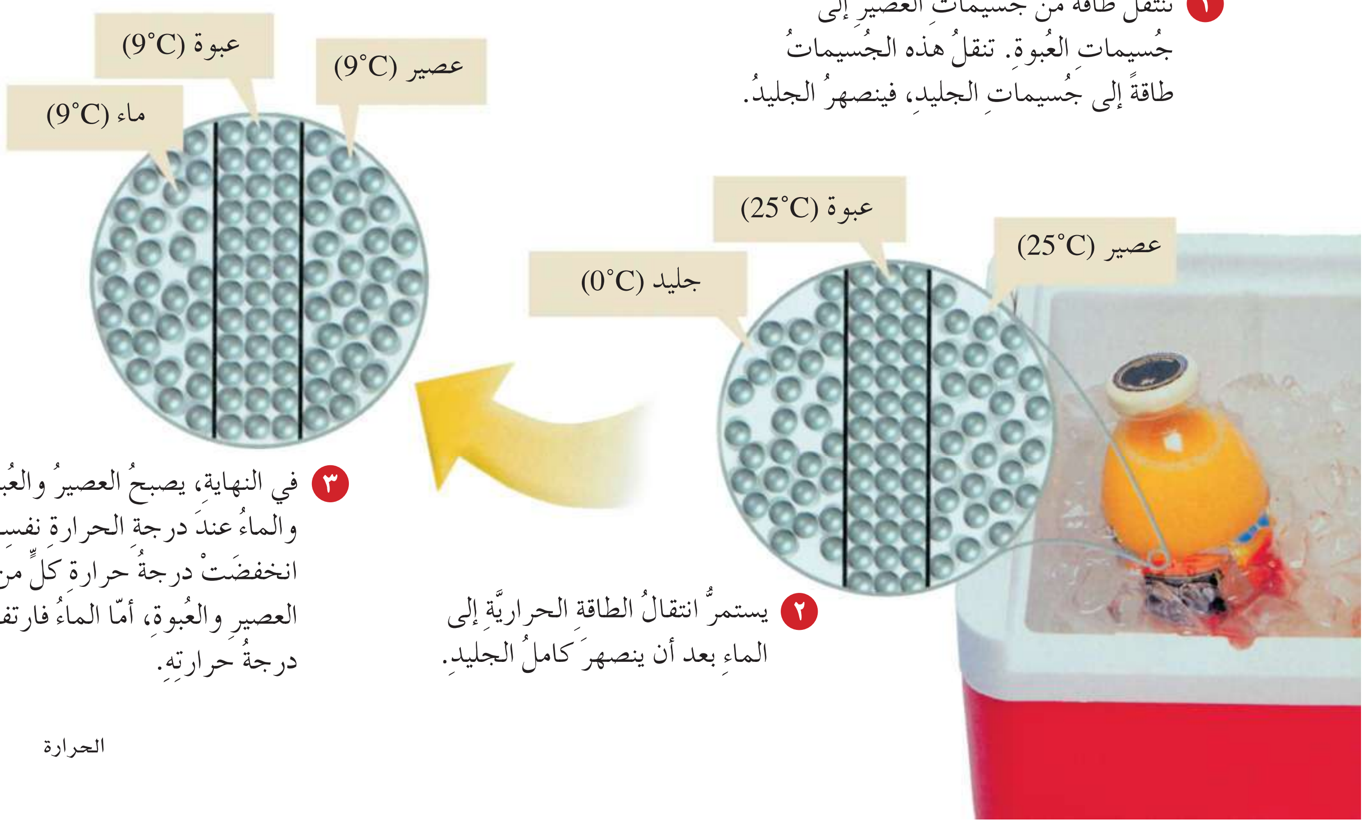
الوصولُ إلى درجةِ الحرارةِ نفسِها

انظرِ **الشكلَ ٣**. عندما تتلامسُ أجسامٌ لها درجاتُ حرارةٍ مختلفةٌ، يحدثُ دائمًا انتقالٌ للطاقةِ. تنتقلُ الطاقةُ من الجسمِ الأعلى درجةَ حرارةٍ إلى الجسمِ الأدنى درجةَ حرارةٍ حتى يصبحَ الاثنانِ عندَ درجةِ الحرارةِ نفسِها. عندما يتلامسُ جسمانِ لهما درجةُ الحرارةِ نفسُها لا تتغيَّرُ الطاقةُ الحراريةُ لكُلٍّ منهما. وحتّى إذا كانَ لأحدِ الجسمَيْنِ طاقةٌ حراريَّةٌ أكبرُ من الطاقةِ الحراريَّةِ التي للجسمِ الآخرِ، فإنَّ الجسمَيْنِ يظلّانِ على درجةِ الحرارةِ نفسِها.

تحقَّقْ

ماذا يحدثُ لجسمَيْنِ لهما درجتا حرارةٍ مختلفتانِ عندَما يتلامسانِ؟

الشكلُ ٣ انتقالُ الطاقةِ الحراريَّةِ



١ تنتقلُ طاقةٌ من جُسيماتِ العصيرِ إلى جُسيماتِ العُبوةِ. تنقلُ هذه الجُسيماتُ طاقةً إلى جُسيماتِ الجليدِ، فينصهرُ الجليدُ.

٢ يستمرُّ انتقالُ الطاقةِ الحراريَّةِ إلى الماءِ بعد أن ينصهرَ كاملُ الجليدِ.

٣ في النهايةِ، يصبحُ العصيرُ والعُبوةُ، والماءُ عندَ درجةِ الحرارةِ نفسِها. انخفضَتْ درجةُ حرارةِ كلٍّ من العصيرِ والعُبوةِ، أمّا الماءُ فارتفعَتْ درجةُ حرارتِهِ.

طرائقُ انتقالِ الحرارةِ

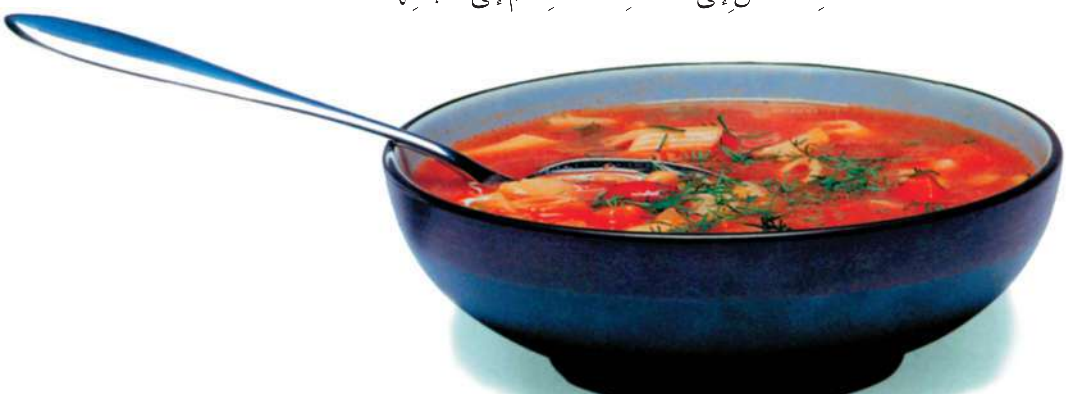
عرفْتَ سابقًا عدَّةَ أمثلةٍ على انتقالِ الطاقةِ. الموقدُ ينقلُ طاقةً إلى الحساءِ عبرَ المقلاةِ. تُضبَطُ درجةُ حرارةِ ماءِ المغطسِ بإضافةِ ماءٍ باردٍ أو ساخنٍ إلى المغطسِ. الشمسُ تسخِّنُ جسمَك. ستتعلَّمُ فيما يلي ثلاثَ طرائقَ لانتقالِ الطاقةِ الحراريَّةِ، هي: **التوصيلُ**، و**الحَمْلُ**، و**الإشعاعُ**.

التوصيلُ الحراريُّ

افترضْ أنَّكَ وضعْتَ ملعقةً فلزِّيَّةً باردةً في وعاءٍ فيه حساءٌ ساخنٌ، كما يظهرُ في **الشكل ٤**. فورًا يسخنُ مقبضُ الملعقةِ حتى وإنْ لم يكنْ هذا المقبضُ في الحساءِ! تصبحُ الملعقةُ بكاملِها ساخنةً بسببِ التوصيلِ الحراريِّ. **التوصيلُ الحراريُّ** Thermal conduction هو انتقالُ الطاقةِ الحراريَّةِ عبرَ التماسِّ المباشرِ من مادَّةٍ إلى أخرى، أو داخلَ المادَّةِ نفسِها، كما حدثَ للملعقةِ في **الشكل ٤**.

كيف يحدثُ التوصيلُ؟ عندَما تتلامسُ الأجسامُ تتصادمُ جسيماتُها، فتنتقلُ الطاقةُ الحراريَّةُ من المادَّةِ ذاتِ درجةِ الحرارةِ الأعلى إلى المادَّةِ ذاتِ درجةِ الحرارةِ الأدنى. تذكَّرْ أنَّ جُسيماتِ الموادِّ ذاتِ درجاتِ الحرارةِ المختلفةِ لها متوسِّطُ طاقةِ حركةٍ مختلفٌ. لذلك عندما تتصادمُ الجُسيماتُ تنقلُ الجُسيماتُ ذاتُ متوسِّطِ طاقةِ الحركةِ الأعلى طاقةً إلى الجُسيماتِ ذاتِ متوسِّطِ طاقةِ الحركةِ الأدنى. هذا الانتقالُ يؤدِّي إلى انخفاضِ سرعةِ بعضِ الجُسيماتِ وزيادةِ سرعةِ جُسيماتٍ أخرى، حتى يصبحَ لجميعِ الجُسيماتِ متوسِّطُ طاقةِ الحركةِ نفسُه. نتيجةً لذلك تصبحُ للموادِّ المتلامسةِ درجةُ الحرارةِ نفسُها.

الشكلُ ٤ يسخنُ طرفُ هذه الملعقةِ بسببِ التوصيلِ الحراريِّ، وهو انتقالُ الطاقةِ بالتماسِّ المباشرِ الذي يحدثُ صعودًا من الحساءِ الساخنِ إلى مقدِّمةِ الملعقةِ، ثمَّ إلى مقبضِها.



مختبرٌ سريعٌ

تبادلُ الحرارةِ

١. املأْ **كأسًا** سعة **50 mL بماءٍ ساخنٍ**. أدخِلْ **ثرمومترًا** إلى داخلِ الكأسِ. سجِّلْ درجةَ الحرارةِ.

٢. **املأْ كأسًا سعة 250 mL** حتى ثلثَيْها **بماءٍ باردٍ**. أدخلْ **ثرمومترًا آخرَ** في الماءِ الباردِ. سجِّلْ درجةَ الحرارةِ.

٣. ضعِ الكأسَ الصغيرةَ سعة 50 mL في الماءِ الباردِ. سجِّلْ درجةَ الحرارةِ التي يقيسُها كلٌّ من الثرمومترَيْنِ كلَّ ٣٠ ثانيةً.

٤. عندَما يسجِّلُ كلٌّ من الثرمومترَيْنِ درجةَ الحرارةِ نفسَها تقريبًا توقَّفْ، وأنشئْ رسمًا بيانيًّا لتغيُّراتِ درجةِ الحرارةِ في كلتا الكأسَيْنِ. حيثُ تكونُ درجةُ الحرارةِ على محورِ الصاداتِ (Y) ويكونُ الزمنُ على محورِ السيناتِ (X).

٥. صفْ ما يحدثُ لمعدَّلِ انتقالِ الطاقةِ عندَما تصبحُ درجتا الحرارةِ متقاربتَيْنِ.

التوصيلُ الحراريُّ: انتقالُ طاقةٍ على شكلِ حرارةٍ عبرَ مادَّةٍ.

الموصِّلاتُ والعوازلُ الحراريَّةُ

تُسمّى الموادُّ التي توصِّلُ الطاقةَ الحراريَّةَ بشكلٍ جيِّدٍ **الموصِّلاتِ الحراريَّةَ** Thermal conductors؛ ومن الأمثلةِ عليها فلزُّ سمّاعةِ الطبيبِ. تنتقلُ الطاقةُ الحراريَّةُ بسرعةٍ من جسمِكَ الساخنِ إلى السمّاعةِ الباردةِ، لذلك تحسُّ أنَّ السمّاعةَ باردةٌ. تسمّى الموادُّ التي لا توصِّلُ الطاقةَ الحراريَّةَ بشكلٍ جيِّدٍ **العوازلَ الحراريَّةَ** Thermal insulators. العودُ الخشبيُّ الذي يضغطُ الطبيبُ به اللسانَ هو على سبيلِ المثالِ عازلٌ. وهو، بالرغمِ من أنَّهُ والسمّاعةَ على درجةِ الحرارةِ نفسِها، فإننا لا نحسُّهُ باردًا. السببُ في ذلكَ هو أنَّ الطاقةَ الحراريَّةَ تنتقلُ ببطءٍ شديدٍ من لسانِكَ إلى العودِ الخشبيِّ. في **الجدول ١** المقابلِ بعضُ الموصِّلاتِ والعوازلِ النموذجيَّةِ.

الحَمْلُ

الطريقةُ الثانيةُ لانتقالِ الطاقةِ الحراريَّةِ هي الحَمْلُ. **الحَمْلُ** Convection، انتقالٌ للطاقةِ الحراريَّةِ بوساطةِ حركةِ جزيئاتِ سائلٍ أو غازٍ. انظر **الشكلَ ٥**. عندما يغلي الماءُ في الوعاءِ يتّخذُ حركةً شبهَ دائريَّةٍ بسببِ الحَمْلِ. الماءُ في قاعِ الوعاءِ الموضوعِ على الموقدِ يصبحُ ساخنًا، لأنَّ الموقدَ يلامسُ قاعَ الوعاءِ (التوصيل). عندما يسخنُ الماءُ، يصبحُ أقلَّ كثافةً بسببِ الجُسيماتِ ذاتِ الطاقةِ الأعلى التي تتباعدُ. يرتفعُ الماءُ الأسخنُ عبرَ الماءِ الأبردِ والأكثفِ الموجودِ فوقَهُ. على السطحِ، تنخفضُ درجةُ حرارةِ الماءِ الساخنِ فتتقاربُ جسيماتُهُ وتزدادُ كثافتُهُ. عندئذٍ يغوصُ الماءُ الأبردُ عائدًا إلى قاعِ الوعاءِ. يسخنُ الماءُ من جديدٍ وتبدأُ دورةٌ جديدةٌ. الحركةُ الدائريَّةُ للسوائلِ أو الغازاتِ، نتيجةً لاختلافاتِ الكثافةِ الناتجةِ عن الفروقِ في درجةِ الحرارةِ، تسمّى تيّارَ الحَمْلِ.

الجدولُ ١ الموصِّلاتُ والعوازلُ الحراريَّةُ

الموصِّلات	العوازل
الدبُّوسُ الحديديُّ	القميصُ القطنيُّ
ورقُ الألمنيوم	قفّازاتُ الفرنِ
المقلاةُ الفولاذيَّةُ	الملعقةُ البلاستيكيَّةُ
الأنبوبُ النحاسيُّ	الصوفُ الزجاجيُّ
إبريقُ القهوةِ	الفنجانُ الخزفيُّ

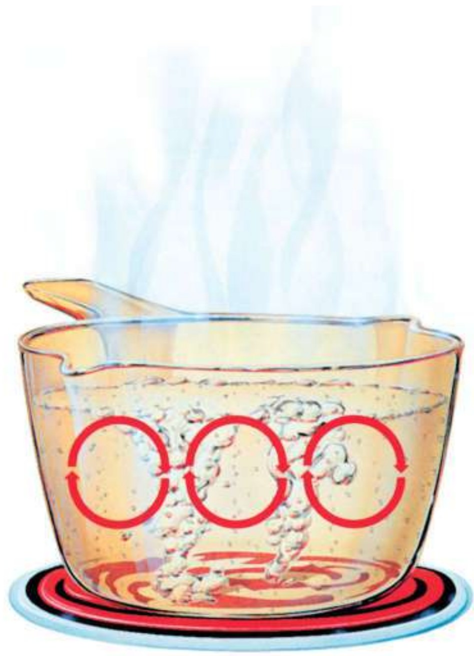
الموصِّلُ الحراريُّ: مادَّةٌ يمكنُ للطاقةِ الحراريَّةِ أن تنتقلَ عبرَها على شكلِ حرارةٍ بشكلٍ جيِّد.

العازلُ الحراريُّ: مادَّةٌ لا توصِّلُ الطاقةَ الحراريَّةَ بشكلٍ جيِّد.

الحَمْلُ: انتقالُ الطاقةِ الحراريَّةِ بواسطةِ دورانِ أو حركةِ جزيئاتِ سائلٍ أو غازٍ.

تحقَّقْ

كيفَ يمكنُ أن نحسَّ بجسمَيْنِ، لهُما نفسُ درجةِ الحرارةِ، وكأنَّ لهُما درجتَيْ حرارةٍ مختلفتَيْنِ؟



الشكلُ ٥ الصعودُ والهبوطُ المتكرِّرانِ للماءِ في أثناءِ غليانِهِ ناتجانِ من الحَمْلِ.

الإشعاعُ

الطريقةُ الثالثةُ لانتقالِ الطاقةِ الحراريَّةِ هي **الإشعاعُ** Radiation، أي انتقالُ الطاقةِ على شكلِ موجاتٍ كهرومغنطيسيَّةٍ، كالضوءِ المرئيِّ أو الأشعةِ تحتَ الحمراءِ. بعكسِ التوصيلِ وتيّاراتِ الحمْلِ، يمكنُ للإشعاعِ أن ينقلَ طاقةً عبرَ جُسيماتِ المادَّةِ أو عبرَ الفراغِ.

جميعُ الأجسامِ، ومن ضمنِها السخّانُ في **الشكل ٦**، تشعُّ موجاتٍ كهرومغنطيسيَّةً. تُصدرُ الشمسُ الضوءَ المرئيَّ الذي يمكنُكَ رؤيتُهُ، وموجاتٍ أخرى كالأشعةِ تحتَ الحمراءِ وفوقَ البنفسجيَّةِ التي لا تستطيعُ رؤيتَها. أنتَ تحسُّ بالدفءِ عندما يمتصُّ جسمُكَ الأشعَّةَ تحتَ الحمراءِ.



الشكلُ ٦ الأسلاكُ اللولبيَّةُ لهذا السخّانِ المحمولِ تدفئُ الغرفةَ جزئيًّا بما تصدرُهُ من ضوءٍ مرئيٍّ وأشعَّةٍ تحتَ حمراءَ.

الإشعاعُ: انتقالُ طاقةٍ على شكلِ موجاتٍ كهرومغنطيسيَّةٍ.

الإشعاعُ وظاهرةُ الدفيئةِ (الاحتباسُ الحراريُّ)

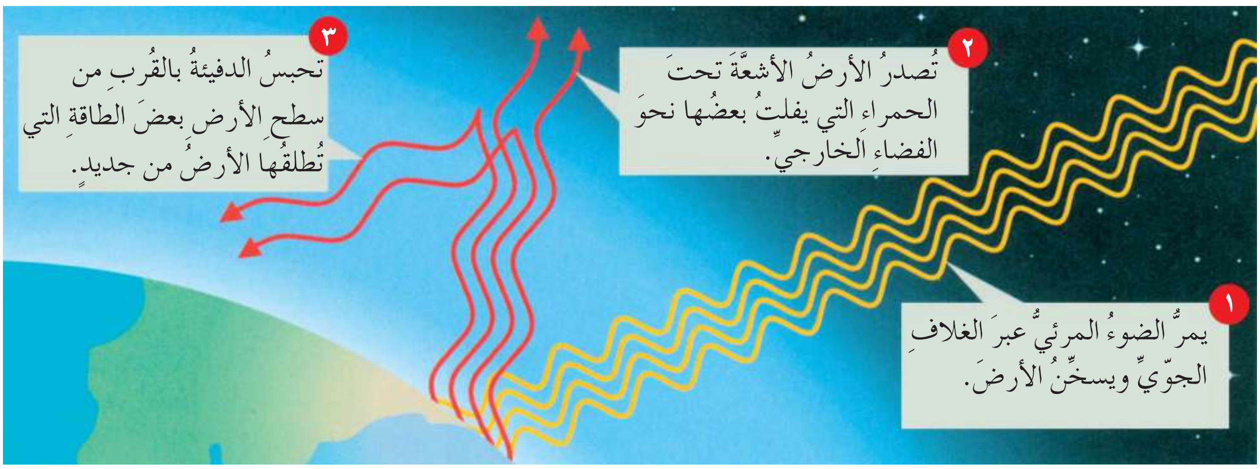
يعملُ الغلافُ الجويُّ كجدرانِ البيوتِ الزجاجيَّةِ. إنَّهُ يسمحُ لضوءِ الشمسِ المرئيِّ بالمرورِ عبرَهُ. لكنَّ البيوتَ الزجاجيَّةَ أيضًا تحبسُ طاقةً حراريَّةً تحافظُ على الدفءِ في داخلِها. كذلكَ يحبسُ الغلافُ الجويُّ طاقةً حراريَّةً. هذه العمليَّةُ، تُسمّى **ظاهرةَ الدفيئةِ**، **الشكل ٧**. لو لم يكنِ الغلافُ الجويُّ يحبسُ طاقةً شمسيَّةً بهذه الطريقةِ، لكانَتْ معظمُ طاقةِ الشمسِ ترتدُّ مباشرةً إلى الفضاءِ الخارجيِّ، ولكانتِ الأرضُ كوكبًا باردًا غيرَ صالحٍ للحياةِ.

يحبسُ الغلافُ الجويُّ الطاقةَ الشمسيَّةَ بسببِ **غازاتِ الدفيئةِ**، كبخارِ الماءِ، وثاني أكسيدِ الكربونِ، والميثانِ، وهي غازاتٌ تحبسُ الطاقةَ بشكلٍ جيِّدٍ. غيرَ أنَّ ارتفاعَ نسبةِ غازاتِ الدفيئةِ يُقلقُ العلماءَ، إذ يؤدّي إلى احتباسِ كمِّيَّةِ طاقةٍ كبيرةٍ جدًّا، وهو ما يجعلُ الأرضَ أكثرَ سخونةً.

تحقَّقْ

ما ظاهرةُ الدفيئةِ؟

الشكلُ ٧ ظاهرةُ الدفيئةِ



الحرارةُ النوعيَّةُ وتغيُّرُ درجةِ الحرارةِ

عندَما تُنقلُ كمِّيّاتٌ متساويةٌ من الطاقةِ بينَ موادَّ مختلفةٍ متساويةِ الكتلِ، يــخــتــلــفُ الــتــغــيُّــرُ فــي درجــةِ الــحــرارةِ مــن مــادَّةٍ إلــى مــادَّةٍ أخــرى. **الحرارةُ النوعيَّةُ** Specific heat هي كمِّيَّةُ الحرارةِ اللازمةُ لرفعِ درجةِ حرارةِ وحدةِ الكتلِ من المادَّةِ درجةً سيليزيَّةً واحدةً عند ضغطٍ ثابتٍ.

الحرارةُ النوعيَّةُ: كمِّيَّةُ الحرارةِ اللازمةُ لرفعِ درجةِ الحرارةِ لوحدةِ الكتلِ من مادَّةٍ متجانسةٍ 1°C عندَ ضغطٍ ثابتٍ.

لعلَّكَ لاحظتَ عندَ نزولِكَ إلى ماءِ البحرِ للسباحةِ في يومٍ حارٍّ أنَّ الماءَ أبردُ من الهواءِ بالرغمِ من أنَّهما يُسخَّنانِ بالمقدارِ نفسِه من الطاقةِ الحراريَّةِ المستمدَّةِ من الشمسِ. من **الجدول ٢** لاحظْ أنَّ الحرارةَ النوعيَّةَ للماءِ عاليةٌ جدًّا مقارَنةً ببقيَّةِ الموادِّ، بما فيها الهواءُ. وهذا يفسِّرُ انخفاضَ درجةِ حرارةِ الماءِ مقارَنةً بدرجةِ حرارةِ الهواءِ.

الجدولُ ٢ الحرارةُ النوعيَّةُ لبعضِ الموادِّ الشائعةِ

المادَّة	الحرارةُ النوعيَّةُ (J/kg•°C)	المادَّة	الحرارةُ النوعيَّةُ (J/kg•°C)
الرصاص	128	الزجاج	837
الذهب	129	الألمنيوم	899
النحاس	387	الجليد	2090
الحديد	448	الماء	4184
الهواء	1039		

حسابُ كمِّيَّةِ الحرارةِ المنتقلةِ

إنَّ الطاقةَ الحراريَّةَ المنتقلةَ بينَ الأجسامِ لا يمكنُ قياسُها بشكلٍ مباشرٍ كما تُقاسُ درجةُ الحرارةِ. ولكنْ يمكنُنا حسابُ كمِّيَّتِها بمعرفةِ الحرارةِ النوعيَّةِ للمادَّةِ وكتلتِها والتغيُّرِ في درجةِ حرارتِها كما في العلاقةِ:

كمِّيَّةُ الحرارةِ (J) = الحرارةُ النوعيَّةُ (J/kg•°C) x الكتلةُ (kg) x التغيُّرُ في درجةِ الحرارةِ (C)

تحقَّقْ

ما المعلوماتُ اللازمةُ لحسابِ كمِّيَّةِ الحرارةِ؟

استخدمِ البياناتِ الواردةَ على **الشكلِ ٨** لحسابِ كمِّيَّةِ الحرارةِ اللازمةِ لتسخينِ فنجانِ ماءٍ لتحضيرِ الشاي. عندما ارتفعَتْ درجةُ حرارةِ الماءِ كانتِ الحرارةُ المحسوبةُ موجبةً، لكن إذا انخفضَتْ درجةُ حرارةِ الماءِ فإنَّ كمِّيَّةَ الحرارةِ المحسوبةِ تكونُ سالبةً.



الشكلُ ٨ تظهرُ على الرسمِ المعلوماتُ المستخدمةُ في حسابِ كمِّيَّةِ الحرارةِ، أي في حسابِ الطاقةِ المنتقلةِ إلى الماءِ.

وقْفَةٌ مع الرياضيّاتِ

حسابُ كمِّيَّةِ الحرارةِ

ما كمِّيَّةُ الحرارةِ المنتقلةُ إلى كمِّيَّةِ ماءٍ كتلتُها 0.2 kg، واللازمةُ لتغييرِ درجةِ حرارتِها من 25˚C إلى 80˚C؟ (الحرارةُ النوعيَّةُ للماءِ 4 184 J/kg•˚C).

١. اكتبِ العلاقةَ الرياضيَّةَ لحسابِ كمِّيَّةِ الحرارةِ.

كمِّيَّةُ الحرارةِ = الحرارةُ النوعيَّةُ x الكتلةُ x التغيُّرُ في درجةِ الحرارةِ.

٢. عوِّضِ الحرارةَ النوعيَّةَ، والكتلةَ، والتغيُّرَ في درجةِ الحرارةِ بالمقاديرِ المعطاةِ في المسألةِ، ثمَّ حلَّها.

كمِّيَّةُ الحرارةِ = الحرارةُ النوعيةُ × الكتلةُ × التغيرُ في درجةِ الحرارةِ.

كمِّيَّةُ الحرارةِ = 46 024 J (25˚C - 80˚C) x 0.2 kg x 4 184 J/kg•˚C

طبِّقْ

١. تخيَّلْ أنَّكَ تُسخِّنُ 2 kg من الماءِ لطبخِ المعكرونةِ. إذا كانَتْ درجةُ حرارةِ الماءِ قبلَ التسخينِ 40˚C، ودرجةُ حرارةِ الماءِ بعد التسخينِ 100˚C. فما كمِّيَّةُ الحرارةِ المنتقلةُ إلى الماءِ؟

مُراجعةُ القسم

ملخَّص

- كمِّيَّةُ الحرارةِ هي الطاقةُ الحراريَّةُ المنتقلةُ بين أجسامٍ ذاتِ درجاتِ حرارةٍ مختلفة.
- عندَ تلامسِ جسمَيْنِ تنتقلُ الطاقةُ الحراريَّةُ منَ الجسمِ الأعلى درجةَ حرارةٍ إلى الجسمِ الأقلِّ درجةَ حرارة.
- يتوقَّفُ انتقالُ الطاقةِ الحراريَّةِ بين جسمَين متلامسَيْنِ عندما يصبحانِ عندَ درجةِ الحرارةِ نفسِها.
- التوصيلُ الحراريُّ، والحَمْلُ، والإشعاعُ، ثلاثُ طرائقَ لانتقالِ الطاقةِ الحراريَّةِ.
- الحرارةُ النوعيَّةُ لمادَّةٍ معيَّنةٍ هي كمِّيَّةُ الحرارةِ اللازمةُ لتغييرِ درجةِ حرارةِ 1 kg من هذه المادَّةِ مقدارَ 1°C.
- لا يمكنُ قياسُ كمِّيَّةِ الطاقةِ المنتقلةِ مباشرةً كحرارةٍ. لكن يلزمُنا لحسابِها استخدامُ الحرارةِ النوعيَّةِ، والكتلةِ، والتغيُّرِ في درجةِ الحرارة.
- يُعبَّرُ عن الطاقةِ المنتقلةِ كحرارةٍ بوحدةِ الجول (J)، وتُحسبُ كما يلي:
  الحرارةُ (J) = الحرارةُ النوعيَّةُ (J/kg•°C) x الكتلة (kg) x التغيُّر في درجةِ الحرارةِ (°C).

مراجعةُ المفرداتِ والمفاهيم

ما الفرقُ بينَ مفردتَي كلِّ سؤال؟

١. الموصِّلُ الحراريُّ والعازلُ الحراريُّ.

٢. الحَمْلُ والإشعاع.

استيعابُ الأفكارِ الرئيسة

٣. جسمانِ متلامسانِ لهما درجتا حرارةٍ مختلفتان. ماذا يحدثُ للطاقةِ الحراريَّةِ لكلٍّ منهما؟

أ. تبقى الطاقةُ الحراريَّةُ لكلٍّ منهما نفسُها.

ب. تنتقلُ الطاقةُ الحراريَّةُ من الجسمِ الأدنى درجةَ حرارةٍ إلى الجسمِ الأعلى درجةَ حرارة.

ج. تنتقلُ الطاقةُ الحراريَّةُ من الجسمِ الأعلى درجةَ حرارةٍ إلى الجسمِ الأدنى درجةَ حرارة .

د. تنتقلُ الطاقةُ الحراريَّةُ ذهابًا وإيابًا بشكلٍ متساوٍ بين الجسمَيْن.

٤. ما الحرارةُ؟

مهاراتُ رياضيّات

٥. الحرارةُ النوعيَّةُ للرصاصِ 128 J/kg•°C. ما كمِّيَّةُ الحرارةِ اللازمةُ لرفعِ درجةِ حرارةِ 0.015 kg من الرصاصِ بمقدارِ 10°C؟

تفكيرٌ ناقدٌ

٦. **استدلال**: جسمانِ من المادَّةِ نفسِها لهما الطاقةُ الحراريَّةُ الكلِّيَّةُ نفسُها، ولهما حجمانِ مختلفانِ. هل لهما درجةُ الحرارةِ نفسُها؟ برِّرْ إجابتَك.

٧. **تطبيقُ المفاهيم**: لماذا يُزوَّدُ الكثيرُ من أدواتِ الطبخِ بمقابضَ خشبيَّةٍ؟

تفسيرُ الأشكالِ التخطيطيَّة

٨. انظرْ إلى الشكلِ المرفق. إنَّهُ يُبيِّنُ أمثلةً على انتقالِ الطاقةِ بالتوصيلِ الحراريِّ، والحَمْلِ، والإشعاع. وضِّحْ أيَّ طريقةٍ من طرائقِ انتقالِ الحرارةِ يحدثُ عندَ كلِّ جزءٍ من الأجزاءِ التي يرمزُ إليها بالأحرفِ أ، ب، ج.



مُراجَعَةُ الْفَصلِ

مراجعةُ المُفرداتِ والمفاهيمِ

ما الفرقُ بين مفردتَيْ كلِّ سؤال:

١. درجةُ الحرارةِ والطاقةُ الحراريَّةُ؟

٢. التوصيلُ الحراريُّ والحرارةُ؟

٣. الموصِّلُ الحراريُّ والعازلِ الحراريُّ؟

استيعابُ الأفكارِ الرئيسةِ

اختيارٌ من مُتعدِّدٍ

٤. أيٌّ من درجاتِ الحرارةِ التاليةِ هي الأدنى؟

أ. 100 °C.

ب. 100 °F.

ج. 100 K.

د. جميعُها متساويةٌ.

٥. أيُّ الموادِّ التاليةِ ليسَتْ عازلاً جيِّدًا؟

أ. الخشبُ.

ب. القُماشُ.

ج. النحاسُ.

د. المطّاطُ.

٦. مقارنةً مع المحيطِ الهنديِّ فإنَّ كوبَ الشايِ الساخنِ له طاقةٌ حراريَّةٌ ———— ودرجةُ حرارةٍ ———— .

أ. أكبرُ؛ أعلى.

ب. أقلُّ؛ أعلى.

ج. أكبرُ؛ أدنى.

د. أقلُّ؛ أدنى.

إجابةٌ قصيرةٌ

٧. ما العلاقةُ بين درجةِ الحرارةِ وطاقةِ الحركةِ؟

٨. ما الفرقُ بين التوصيلِ الحراريِّ، والحَمْلِ، والإشعاعِ؟

مهاراتُ رياضيّاتٍ

٩. تَدُلُّكَ نشرةُ حالةِ الطقسِ على أنَّ درجةَ الحرارةِ هي 84°F. ما درجةُ الحرارةُ المقابلةُ على التدريجِ السيليزيِّ وعلى تدريجِ كلفن؟

١٠. يغلي الماءُ عند درجةِ الحرارةِ 100°C. ما درجةُ غليانِ الماءِ على تدريجِ كلفن؟

١١. افترضْ أنَّ 1.3 kg من الماءِ سُخِّنَتْ من 20°C إلى 100°C. ما كمِّيَّةُ الطاقةِ الحراريَّةِ التي اكتسبَها الماءُ؟ (الحرارةُ النوعيَّةُ للماءِ 4 184 J/kg•°C).

تفكيرٌ ناقدٌ

١٢. **خريطةُ المفاهيمِ:** وظِّفِ المفاهيمَ التاليةَ لوضعِ خريطةِ مفاهيمَ: الطاقةُ الحراريَّةُ، درجةُ الحرارةِ، الإشعاعُ، الحرارةُ، التوصيلُ الحراريُّ، الحَمْلُ.

١٣. **تطبيقُ المفاهيم:** التصقَ كوبٌ من الزجاجِ بداخلِ كوبٍ آخرَ من الفولاذِ. فسِّرْ لماذا يساعدُكَ سكبُ الماءِ الساخنِ على كوبِ الفولاذِ في إخراجِ كوبِ الزجاجِ منه.

١٤. **تطبيقُ المفاهيم:** كيف تبقي سترةُ التزلُّجِ على الثلجِ جسمَكَ دافئًا؟ (فكِّرْ كيف يعملُ العزلُ الحراريُّ).

١٥. **تقويمُ الافتراضات:** يدَّعي أحدُهم أنَّ وعاءً كبيرًا من الحساءِ (سوب) له طاقةٌ حراريَّةٌ أكبرُ من وعاءٍ صغيرٍ من نفسِ الحساءِ (سوب). هل ذلك صحيحٌ دائمًا؟ وضِّحْ إجابتَكَ.

١٦. **تحليلُ العمليّات:** في المنطادِ يُسخَّنُ الهواءُ بلهبٍ. وضِّحْ كيف يسمحُ ذلك للمنطادِ أن يرتفعَ في الهواءِ.



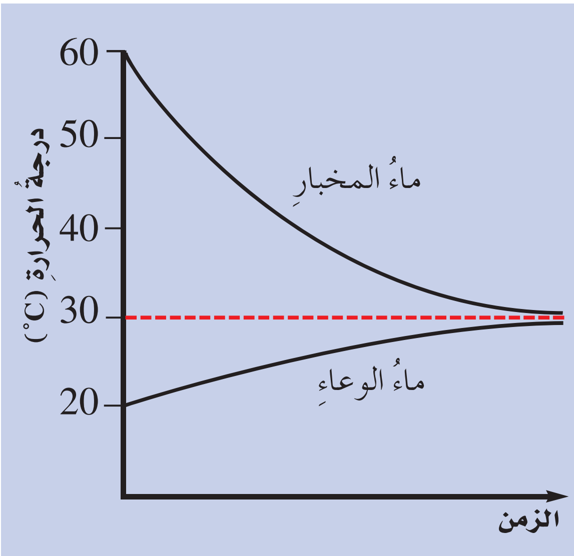
١٧. **تحليلُ العمليّات:** بماذا يخْتلفُ الفلزّانِ في قطعةِ ثنائيَّةِ المعدنِ في المنظِّمِ الحراريِّ؟



١٨. **مقارنةٌ:** فيمَ يختلفُ الإشعاعُ عن كلٍّ من التوصيلِ الحراريِّ والحمْلِ؟

تفسيرُ الأشكالِ التخطيطيَّة

١٩. وضعْتَ مخبارًا فيه 40 g من ماءٍ ساخنٍ درجةُ حرارتِهِ 60°C في وعاءٍ يحتوي على 120 g من ماءٍ درجةُ حرارتِهِ 20°C. يبيِّنُ الرسمُ البيانيُّ التالي التغيُّرَ في درجةِ حرارةِ ماءِ المخبارِ وماءِ الوعاءِ. تفحَّصِ الرسمَ، ثم أجبْ عن الأسئلةِ التي تليه.



أ. أيُّ السائلَيْنِ يكونُ لجسيماتِهِ في البدايةِ أعلى متوسِّطِ طاقةِ حركةٍ: ماءُ المخبارِ أم ماءُ الوعاءِ؟

ب. عندَ أيِّ درجةِ حرارةٍ يتوقَّفُ انتقالُ الطاقةِ الحراريَّةِ؟ لماذا؟

الوَحدةُ و

تفاعُلاتُ المادَّةِ

تدرسُ في هذه الوحدةِ خصائصَ عدَّةِ فئاتٍ من المركَّباتِ. وتتعلَّمُ كيف تغيِّرُ التفاعُلاتُ النوويَّةُ هويَّةَ الذرَّةِ. يتضمَّنُ هذا الخطُّ الزمنيُّ بعضَ المحطّاتِ والأحداثِ التي أدَّتْ إلى فهمِنا الحاليِّ لتفاعُلاتِ المادَّةِ.

حواليَ ٧٠٠

وضعَ الكيميائيُّ العربيُّ جابرُ بنُ حيّانَ مبدأَ التكاملِ بينَ فئاتِ الموادِّ الكيميائيَّةِ. كما قامَ بتحضيرِ وتنقيةِ العشراتِ من المركّباتِ الكيميائيّةِ التي ما زالتْ من الموادِ الأكثرِ شيوعًا واستخدامًا في الصناعةِ من مثلِ حمضِ النيتريكِ والكبريتيكِ والكحولِ.

١٨٦٨

اكتشفَ العالِمُ السويسريُّ جوهان فريدريك ميشر (١٨٤٤-١٨٦٩) الأحماضَ النوويَّةَ. وأعطاها هذا الاسمَ لأنَّه وجدَها داخلَ أنويةِ الخلايا. مع العلمِ أنَّ هناك أحماضًا نوويَّةً داخلَ خلايا ليسَ لها أنويةٌ.

١٩٠٩

أدخلَ الكيميائيُّ الدنماركيُّ سورين بيدر لوريتز سورانسن (١٨٦٨-١٩٣٩) تعبيرَ الرقمِ الهيدروجينيِّ pH.

١٩١٩

اكتشفَ الكيميائيُّ الكنديُّ فريدريك سودي بالتعاونِ مع العالِمِ الفيزيائيِّ رذرفورد أنَّ النشاطَ الإشعاعيَّ لأيِّ مادَّةٍ ينخفضُ مع مرورِ الزمنِ، وأنَّ لكُلِّ مادَّةٍ مُشعَّةٍ عُمرَ النصفِ الخاصَّ بها.

١٩٦٩

أطلقَتِ الولاياتُ المتحدةُ الأمريكيَّةُ القمرَ الصناعيَّ Nimbus III، فمثَّلَ ذلك أوّلَ استخدامٍ مدنيٍّ للبطّاريّاتِ النوويَّةِ.

١٩٧٩

نالَ العالِمُ الباكستانيُّ مُحمَّدُ عبدُ السلامِ جائزةَ نوبل للفيزياءِ، لإنجازاتِه ضمنَ مجالِ توحيدِ القوى الرئيسةِ الأربعِ في الطبيعةِ في قوَّةٍ واحدة.

١٨٩٨

توصَّلَت العالمةُ الفرنسيَّةُ البولونيَّةُ الأصل ماري كوري مع زوجِها بيير كوري إلى اكتشافِ الراديوم والبولونيوم وفصلِهما، كما درسا النشاطَ الإشعاعيَّ لليورانيوم.

١٩٠٣

حازَ كلٌّ من ماري كوري، وبيير كوري وهنري بيكريل جائزةَ نوبل للفيزياء لاكتشافِهم النشاطَ الإشعاعيَّ.



١٩٠٦

اكتشفَ العالِمُ الأمريكيُّ ماكس كريمير (١٨٦٥-١٩٣٥) حدوثَ فرقِ جهدٍ كهربائيٍّ بين صفحتَي غشاءٍ زجاجيٍّ رقيقٍ يتناسبُ طرديًا مع الفرقِ في التركيزِ بين صفحتَي الغشاءِ الزجاجيِّ.

١٩٢٨

كان الكيميائيُّ الحيويُّ الأمريكيُّ لورانس هاندرسن أوّلَ من فهمَ تأثيرَ تفاعلِ ثاني أكسيدِ الكربونِ والكربوناتِ الهيدروجينيَّةِ مع أيوناتِ الهيدروجين في الدم، وعبَّرَ عن ذلك التأثيرِ كمّيًّا.

١٩٤٢

أنجزَ العالِمُ الأمريكيُّ أنريكو فرمي (١٩٠١-١٩٥٤) أوّلَ انشطارٍ نوويٍّ مُسيطَرٍ عليه. كما قامَ بأبحاثٍ أساسيَّةٍ تتعلَّقُ بالجُسيمات دونَ الذرِّيَّة. نفَّذَ ذلك في ملعبِ السكواش تحت ملعب كُرةِ القدمِ في جامعةِ شيكاغو.



١٩٤٧

حازَ الكيميائيُّ الأمريكيُّ فيلار فرانك ليبي جائزةَ نوبل لاكتشافِه وتطويرِه تقنيَّةَ التأريخِ للموادِّ العضويَّةِ بواسطةِ الكربونِ-14 المُشِعّ.

١٩٨٦

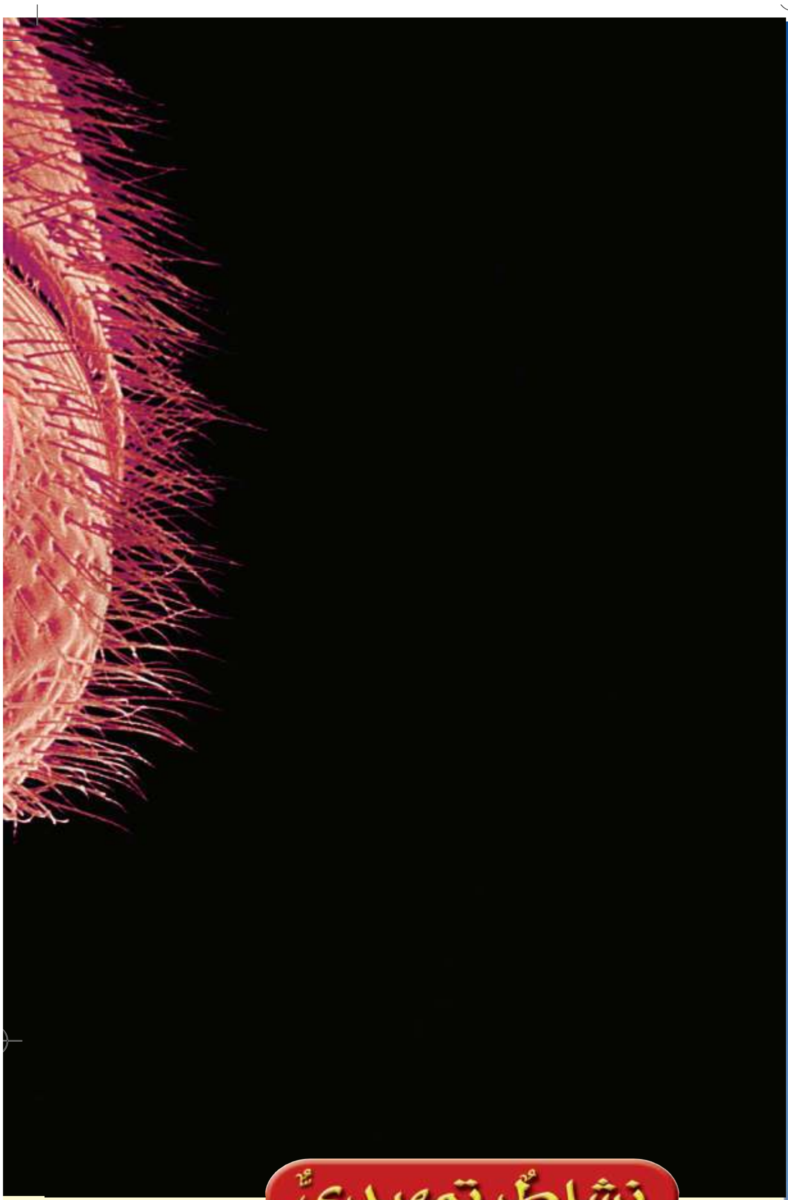
حدثَ، نتيجةَ خطأ تقنيٍّ، انفجارٌ في أحدِ المفُاعلاتِ النوويَّةِ في محطَّةِ تشيرنوبيل الأوكرانيَّة. نتجَ منه سحابةٌ من الموادِّ المُشعَّةِ غطَّت جزءًا كبيرًا من أوروبا.

١٩٨٨

ابتكرَ العالِمُ المصريُّ أحمد زويل نظامًا للتصوير يعملُ بالليزر له القدرةُ على رَصْدِ حركةِ الجزيئاتِ خلالَ جزءٍ من مليون مليار جزءٍ من الثانيةِ (الفيمتو ثانية F.s)، ممّا ساعدَ على فَهْمِ آليَّةِ التفاعلاتِ الكيميائيَّة.

٢٠٠٢

وجدَ باحثون أمريكيّون أنَّ بعضَ أنواعِ الكربوهيدراتِ التي تتكوَّنُ طبيعيًا في جسمِ الإنسانِ يُمكنُ أن تتسبَّبَ في روماتيزمِ التهابِ المفاصل، وهو مرضٌ موهنٌ وموجعٌ يصيبُ مئاتِ الملايينِ من الأشخاصِ في العالَم.



الفصل ١٣

المُركَّباتُ الكيميائيَّةُ

الفكرةُ الرئيسة

تُصنَّفُ المُركَّباتُ الكيميائيَّةُ في مجموعاتٍ بالاعتمادِ على روابطِها وخصائصِها.

القسم

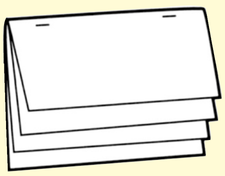
حولَ الصورةِ

تتغذّى حشرةُ سوس الفاصوليا على الحبوبِ الغنيَّةِ بالمُركَّباتِ العضويَّة. يبدأُ هذا النوعُ من السوس حياتَهُ كيرقةٍ صغيرةٍ جدًّا، تعيشُ في البذورِ حيث تأكلُ الموادَّ الغذائيَّةَ المخزَّنةَ. وعند بلوغِها تُحدثُ ثقوبًا في غلافِ البَذرةِ، وتزحفُ إلى الخارجِ، كما يظهرُ في هذه الصورةِ.

نشاطٌ تمهيديٌّ

ملف الملاحظات

كتابٌ من طبقاتٍ: قبلَ البدءِ بقراءةِ هذا الفصل، قمْ بإعدادِ **كتابٍ من طبقات**، وهو موصوفٌ ضمنَ قسمِ **مهارات الدراسة**، المُدرجِ في مُلحقِ الكتابِ. ضعْ على صفحاتِهِ تباعًا العناوينَ التاليةَ: «المُركَّباتُ الأيونيَّةُ والمُركَّباتِ التساهميَّةُ»، «الأحماضُ والقواعدُ»، «محاليلُ الأحماضِ والقواعدِ». من خلالِ قراءتِكَ للفصلِ، اكتبْ ما تعلَّمتَهُ عن كلِّ فئةٍ تحتَ العنوانِ المناسبِ.





نشاطٌ استهلاليٌّ

التلاصُقُ

سوف تعرضُ، في هذا النشاطِ، القوَّةَ التي تُبقي الجسيماتِ متقاربةً في بعضِ المُركَّباتِ.

الخُطواتُ

١. ادلكْ **بالونَينِ بقطعةِ قماشٍ صوفيٍّ**. قرِّبِ البالونَيْنِ الواحدَ من الآخرِ، واذكرْ ما تلاحظُهُ.

٢. ضعْ بالونًا على حائطٍ. سجِّلْ ملاحظاتِكَ.

التحليلُ

١. شُحنَ البالونانِ عبرَ دلكِهما بقطعةِ القماشِ الصوفيِّ. بناءً على أنَّ الشحناتِ المتشابهةَ تتنافرُ والشحناتِ المُتعاكسةَ تتجاذبُ، حدِّدْ ما إذا كانَتْ شحنتا البالونَينِ متشابهتَينِ أو متعاكستَينِ. وضِّحْ إجابتَك.

٢. إذا كانَتْ شحنةُ البالونِ الذي وضعتَهُ على الحائطِ سالبةً، فماذا تكونُ شحنةُ الحائطِ؟ وضِّحْ إجابتَكَ.

٣. الجسيماتُ التي تتكوَّنُ منها المُركَّباتُ تتجاذبُ بالطريقةِ نفسِها التي انجذبَ بها البالونُ إلى الحائطِ. علامَ تستدِلُّ حولَ الجُسيماتِ التي تتكوَّنُ منها المركَّباتُ؟

القسمُ ١

المُركَّباتُ الأيونيَّةُ والمُركَّباتُ التساهميَّةُ

مؤشّراتُ الأداءِ

- يصفُ خصائصَ المركَّباتِ الأيونيَّةِ والمركَّباتِ التساهميَّةِ.
- يُصنِّفُ المُركَّباتِ إلى أيونيَّةٍ أو تساهميَّةٍ بالاعتمادِ على خصائصِها.

المُفرداتُ والمفاهيمُ

الرّابطةُ الكيميائيَّةُ
المركّباتُ الأيونيَّةُ
المركّباتُ التساهميَّةُ

استراتيجيَّةُ القراءةِ

مُنظّمُ القراءةِ: من خلالِ قراءتِكَ لهذا القسمِ لخِّصْ مفاهيمَه الأساسيَّةَ مستخدمًا عناوينَه.

تتكوَّنُ المُركَّباتُ عندَما تتَّحدُ الأيوناتُ، أو الجُزيئاتُ. ومادامَ هناكَ ملايينُ المُركَّباتِ، فإنَّ من المفيدِ تنظيمَها في مجموعاتٍ، فكيفَ تمكَّنَ العُلماءُ من التمييزِ بين المُركَّباتِ؟

تعتمدُ الطريقةُ المباشرةُ لتصنيفِ المُركَّباتِ على نوعِ الرابطةِ الكيميائيَّةِ في هذه المُركَّباتِ. **الرابطةُ الكيميائيَّةُ** Chemical bond هي القوَّةُ التي تربطُ ذرّتين أو أكثرَ لتكوينِ جُزيئاتٍ أو مُركَّباتٍ. يمكنُ للرابطةِ أن تحدثَ بينَ إلكتروناتِ التكافؤِ لذرّاتٍ مختلفةٍ. **إلكتروناتُ التكافؤِ** هي إلكتروناتُ مستوى الطاقةِ الخارجيِّ الأبعدِ لذرَّةٍ ما. تصرُّفُ إلكتروناتِ التكافؤِ يُحدِّدُ ما إذا كانَ المُركَّبُ الذي تكوَّنَ أيونيًّا أو تساهميًّا.

الرابطةُ الكيميائيَّةُ: القوَّةُ التي تربطُ ذرَّتَيْنِ أو أكثرَ لتكوينِ مركَّبٍ.

المركَّبُ الأيونيُّ: مركَّبٌ مكوَّنٌ من أيوناتٍ ذاتِ شحناتٍ متعاكسةٍ.

المُركَّباتُ الأيونيَّةُ وخصائصُها

تنتجُ خصائصُ المركَّباتِ الأيونيَّةِ من قُوى تجاذبٍ قويٍّ تُسمّى روابطَ أيونيَّةً. **الرابطةُ الأيونيَّةُ** هي قُوى تجاذبٍ بينَ أيوناتٍ ذاتِ شحناتٍ متعاكسةٍ. المركَّباتُ التي تحتوي على روابطَ أيونيَّةٍ، تسمّى **مركَّباتٍ أيونيَّةً** Ionic compounds. يمكنُ تكوينُ المركَّباتِ الأيونيَّةِ بتفاعلِ فلزٍّ مع لافلزٍّ. تصبحُ ذرّاتُ الفلزِّ أيوناتٍ ذاتَ شحنةٍ موجبةٍ عندما تنتقلُ الإلكتروناتُ منها إلى ذرّاتِ اللافلزِ. هذا الانتقالُ للإلكتروناتِ يتسبَّبُ أيضًا في أن تصبحَ ذرَّةُ اللافلزِّ أيونًا ذا شحنةٍ سالبةٍ. ويُعدُّ كلوريدُ الصوديوم، المعروفُ **بملحِ الطعامِ**، مركَّبًا أيونيًّا.

قابليَّةُ التفتُّتِ عندَ الطرقِ (الهشاشةِ)

تميلُ المركَّباتُ الأيونيَّةُ إلى أن تكونَ موادَّ صلبةً قابلةً للتفتُّتِ عندَ درجةِ الحرارةِ العاديَّةِ. لذا نجدُها تتفتَّتُ عندما نطرُقُها. ترجعُ هذه الخاصيَّةُ إلى ترتيبِ الأيوناتِ في تركيبٍ ثلاثيِّ الأبعادِ مُتكرِّرٍ يُسمّى **الشبكةَ البلّوريَّةَ**، كما يظهرُ في **الشكل ١**. يكونُ كلُّ أيونٍ في الشبكةِ مُحاطًا بأيوناتٍ ذاتِ شحناتٍ معاكسةٍ. لذا يرتبطُ كلُّ أيونٍ مع الأيوناتِ المحيطةِ بهِ. عندَما يُطرقُ مُركَّبٌ أيونيٌّ، يتغيَّرُ نمطُ توزيعِ الأيوناتِ. تصطفُّ الأيوناتُ ذاتُ الشحنةِ المتشابهةِ متقابلةً فتتنافرُ مسبِّبةً تفكُّكَ البلّورةِ.



الشكلُ ١ تترابطُ أيوناتُ الصوديوم، الظاهرةُ باللونِ الأرجوانيِّ في الشبكةِ البلوريَّةِ لتركيبِ كلوريدِ الصوديوم، مع أيوناتِ الكلوريدِ الظاهرةِ باللونِ الأخضرِ.

الشكلُ ٢ * درجةُ انصهارِ بعضِ المُركَّباتِ الأيونيَّةِ

* الأرقام في الشكل ليست للحفظ



درجاتُ انصهارٍ مرتفعةٌ

للمُركَّباتِ الأيونيَّةِ درجاتُ انصهارٍ مرتفعةٌ بسببِ الترابطِ الأيونيِّ القويِّ الذي يجمعُ الأيوناتِ إلى بعضِها. يفسِّرُ ذلك كونَ معظمِ المُركَّباتِ الأيونيَّةِ صلبةً عند درجةِ حرارةِ الغرفةِ. مثلاً: يجبُ تسخينُ كلوريدِ الصوديوم إلى 801°C قبلَ أن يبدأَ بالانصهارِ. يبيِّنُ **الشكلُ ٢** درجاتِ انصهارِ ثلاثةِ مُركَّباتٍ أيونيَّةٍ أخرى.

قابليَّةُ الذوبانِ والموصليَّةُ الكهربائيَّةُ

للكثيرِ من المُركَّباتِ الأيونيَّةِ قابليَّةُ ذوبانٍ مرتفعةٌ. لذلك تذوبُ بسهولةٍ في الماءِ. تجذبُ جزيئاتُ الماءِ كلاًّ من أيوناتِ المُركَّبِ الأيونيِّ وتباعدُ بينَ الأيوناتِ. المحلولُ الذي يتكوَّنُ عندما يذوبُ المُركَّبُ الأيونيُّ في الماءِ يوصِّلُ التيّارَ الكهربائيَّ، كما يظهرُ في **الشكل ٣**. يوصِّلُ المحلولُ التيّارَ الكهربائيَّ، لأنَّ الأيوناتِ مشحونةٌ وتتحرَّكُ بحريَّةٍ، علمًا أنَّ بلَّورةَ المُركَّبِ الأيونيِّ غيرَ الذائبةِ لا توصِّلُ التيّارَ الكهربائيَّ.

الشكلُ ٣ لا يوصِّلُ الماءُ النقيُّ التيّارَ الكهربائيَّ. لكنَّ محلولَ الملحِ في الماءِ يوصِّلُ التيّارَ الكهربائيَّ، وهو ما يجعلُ المصباحَ يُضيءُ.



رابطُ علمِ الأحياءِ

الإلكتروليتات

تسمّى المُركَّباتُ الأيونيَّةُ التي توصِّلُ التيّارَ الكهربائيَّ عندَما تُذابُ في الماءِ الإلكتروليتات. لبعضِ الإلكتروليتاتِ دورٌ مهمٌّ في عملِ الخلايا الحيَّةِ. تُفقدُ الإلكتروليتاتُ خلالَ الأنشطةِ الفيزيائيَّةِ المكثَّفةِ أو في أثناءِ المرضِ، ويجبُ إعادتُها لكي تعملَ الخلايا بشكلٍ صحيحٍ. قُمْ ببحثٍ عن إلكتروليتيْنِ تحتاجُ إليهما خلايا جسمِكَ، والعمليَّةِ التي يقومانِ بها. اعرضْ ما توصَّلْتَ إليه في صفحةٍ واحدةٍ.

تحقَّقْ

لماذا توصِّلُ المحاليلُ الأيونيَّةُ التيّارَ الكهربائيَّ؟

المُركَّباتُ التساهُميَّةُ وخصائصُها

المركَّبُ التساهُميّ: مركَّبٌ كيميائيٌّ ينتجُ من تشاركِ لذراتٍ في إلكتروناتٍ تكافؤها.

مُعظمُ المُركَّباتِ مُركَّباتٌ تساهُميَّةٌ. **المُركَّباتُ التساهُميَّةُ Covalent compounds** مُركَّباتٌ تتكوَّنُ عندَما تتشاركُ مجموعةٌ من الذرّاتِ في إلكتروناتِ تكافؤها. هذه المشاركةُ في الإلكتروناتِ تُشكِّلُ رابطةً تساهُميَّةً. تسمّى مجموعةُ الذرّاتِ التي تكوِّنُ المُركَّبَ التساهُميَّ جزيئًا. الجزيءُ أصغرُ جُسيمٍ يمكنُ التوصُّلُ إليه عندَ تجزئةِ مُركَّبٍ ذي ترابطٍ تساهُميٍّ، مع احتفاظِهِ بخصائصِ المُركَّبِ ذاتِها. وتختلفُ خصائصُ المُركَّباتِ التساهُميَّةِ كثيرًا عن خصائصِ المُركَّباتِ الأيونيَّةِ.

قابليَّةُ ذوبانٍ ضعيفةٌ

كثيرٌ من المُركَّباتِ التساهُميَّةِ لا تذوبُ بشكلٍ جيِّدٍ في الماءِ. ربَّما لاحظْتَ ذلك وأنت تنتزعُ غطاءَ عبوةِ مشروبٍ غازيٍّ. فأنت تلاحظُ أنَّ ثانيَ أكسيدِ الكربونِ الذي يجعلُ المشروبَ يفورُ قد فارقَ السائلَ وأنَّ السائلَ «سكنَ» بعدَ فترةٍ. التجاذبُ بين جزيئاتِ الماءِ أكبرُ بكثيرٍ من جذبِها لجزيئاتِ معظمِ المُركَّباتِ التساهُميَّةِ. لذلك تبقى جزيئاتُ الماءِ متماسكةً بدلاً من أن تمتزجَ مع المُركَّباتِ التساهُميَّةِ. إذا سبقَ لك أن قمتَ بإعدادِ سلطةِ الخضراواتِ ترى أنَّ الزيتَ والماءَ لا يمتزجانِ. فالزيوتُ، كزيتِ الزيتونِ الظاهرِ في **الشكل ٤**، مكوَّنةٌ من مُركَّباتٍ تساهُميَّةٍ.

تحقَّقْ

لماذا لا تذوبُ معظمُ المُركَّباتِ التساهُميَّةِ في الماءِ؟

الشكلُ ٤ يتكوَّنُ زيتُ الزيتونِ الذي يُستخدمُ في سلطةِ الخضراواتِ، من جزيئاتٍ تساهُميَّةٍ كبيرةٍ لا تمتزجُ مع الماءِ.



درجاتُ انصهارٍ متدنِّيةٌ

تكونُ قوى التجاذبِ بين جُزيئاتِ المُركَّباتِ التساهُميَّةِ أضعفَ بكثيرٍ من الروابطِ التي تمسكُ بالموادِّ الصلبةِ الأيونيَّةِ وتشدُّ بعضَها إلى بعض. ونحنُ نحتاجُ إلى حرارةٍ أقلَّ للفصلِ بين جُزيئاتِ المُركَّباتِ التساهُميَّة، لذلك تكونُ درجاتُ انصهارِ المُركَّباتِ التساهُميَّةِ ودرجاتُ غليانِها أدنى بكثيرٍ ممّا هي لدى المُركَّباتِ الأيونيَّة.

الموصليَّةُ الكهربائيَّةُ

على الرغمِ من أنَّ معظمَ المُركَّباتِ التساهُميَّةِ لا تذوبُ في الماء، إلاّ أنَّ بعضَها يذوبُ في الماء. معظمُ المُركَّباتِ التساهُميَّةِ التي تذوبُ في الماءِ تكوِّنُ محاليلَ تتكوَّنُ من جُزيئاتٍ غيرِ مشحونة. السُكَّرُ مُركَّبٌ تساهُميٌّ يذوبُ في الماءِ، لكنَّهُ لا يكوِّنُ أيونات. لذلك لا يوصِلُ محلولُ السُكَّرِ في الماءِ التيّارَ الكهربائيَّ، كما يظهرُ في **الشكل ٥**. ثمَّةَ مُركَّباتٌ تساهُميَّةٌ تكوِّنُ أيوناتٍ عند إذابتِها في الماء. بعضُ الأحماض، مثلاً، تكوِّنُ أيوناتٍ في الماءِ. هذه المحاليلُ توصِلُ التيّارَ الكهربائيَّ كالمحاليلِ الأيونيَّة.



الشكلُ ٥ السكَّرُ مُركَّبٌ تساهُميٌّ. إنَّ محلولَ السكَّرِ في الماءِ لا يوصِّلُ التيّارَ الكهربائيَّ، لأنَّ جُزيئاتِ السُكَّرِ لا تكوِّنُ أيوناتٍ في المحلول.

مُراجعةُ القسم

ملخَّص

- للمُركَّباتِ الأيونيَّةِ روابطُ أيونيَّةٌ تتكوَّنُ بين أيوناتٍ ذاتِ شحناتٍ متعاكسة.
- تكونُ المُركَّباتُ الأيونيَّةُ، عادةً، قابلةً للتفتُّت، ولها درجاتُ انصهارٍ مرتفعة، ومعظمُها يذوبُ في الماء، وغالبًا ما تكونُ محاليلُها موصِّلةً للتيّارِ الكهربائيِّ.
- للمُركَّباتِ التساهُميَّةِ روابطُ تساهُميَّةٌ. وهي تتكوَّنُ من جُسيماتٍ تسمَّى جزيئات.
- للمُركَّباتِ التساهُميَّةِ درجاتُ انصهارٍ منخفضةٌ، ومعظمُها لا يذوبُ بسهولةٍ في الماء، ومعظمُ محاليلِها لا توصِّلُ التيّارَ الكهربائيَّ.

مراجعةُ المفرداتِ والمفاهيم

١. وضِّحِ المقصودَ بكلٍّ من المفاهيمِ والمُفرداتِ التاليةِ: المُركَّبُ الأيونيُّ، المركَّبُ التساهُميُّ، الرابطةُ الكيميائيَّةُ.

استيعابُ الأفكارِ الرئيسة

٢. أيٌّ مما يلي يصفُ مُركَّبًا أيونيًّا؟
أ. له درجةُ انصهارٍ منخفضةٌ.
ب. مكوَّنٌ من إلكتروناتٍ متشارَكة.
ج. محاليلُه المائيَّةُ توصِّلُ التيّارَ الكهربائيَّ.
د. مكوَّنٌ من لافلزَّيْن.

٣. اذكرْ خاصّيَّتَيْن للمُركَّباتِ التساهُميَّة.

مهاراتٌ رياضيّات

٤. يتكوَّنُ مُركَّبٌ من الكرومِ والأكسجين والبوتاسيوم حيثُ يحتوي على ٣٩,٣٧٪ من الكروم، و ٣٨,١٠٪ من الأكسجين، ما النسبةُ المئويَّةُ للبوتاسيومِ في هذا المُركَّبِ؟

تفكيرٌ ناقدٌ

٥. **استدلال**: علِّلْ: لا توصِّلُ بلَّوراتُ المُركَّباتِ الأيونيَّةِ الصلبةِ التيّارَ الكهربائيَّ. لكنَّها عندما تذوبُ في الماءِ، فإنَّ المحلولَ الناتجَ يوصِّلُ التيّارَ الكهربائيَّ.

٦. **تطبيقُ المفاهيم**: بعضُ البلَّوراتِ الصلبةِ البيضاءِ تذوبُ في الماء. إذا علمْتَ أنَّ محلولَها لا يوصِّلُ التيّارَ الكهربائيَّ، فهل تكونُ المادَّةُ الصلبةُ مُركَّبًا أيونيًّا أم مُركَّبًا تساهُميًّا؟ وضِّحْ إجابتَك.

القسم ٢

الأحماضُ والقواعِدُ

هل تُحِبُّ أن تشربَ كأسَ حمضٍ مُنعشٍ ولذيذٍ؟ ما عليكَ إلاّ أن تشربَ كأسًا من شرابِ الليمونِ.

يحتوي الليمونُ الحامضُ على مادَّةٍ تسمّى حمضًا. من خصائصِ الأحماضِ أنَّها حامضةُ المذاقِ. في هذا القسم ستدرسُ خصائصَ الأحماضِ والقواعدِ.

مؤشِّراتُ الأداءِ

- يصفُ أربعَ خصائصَ للأحماضِ.
- يعدِّدُ أربعةَ استخداماتٍ للأحماضِ.
- يصفُ أربعَ خصائصَ للقواعدِ.
- يُعدِّدُ أربعةَ استخداماتٍ للقواعدِ.

المُفرداتُ والمفاهيم

الحمضُ

الكاشفُ

القاعدةُ

استراتيجيَّةُ القراءةِ

مُنظِّمُ القراءةِ: خلالَ قراءتِكَ لهذا القسمِ، ضعْ منظِّمًا بيانيًّا لمُقارنةِ الأحماضِ والقواعدِ.

الأحماضُ وخصائصُها

المذاقُ الحامضُ ليسَ الخاصِّيَّةَ الوحيدةَ للأحماضِ. هل لاحظْتَ أنَّ الشايَ عندَما تعصرُ فوقَهُ الليمونَ، يُصبحُ لونُهُ فاتحًا؟ يحدثُ ذلك لأنَّ الأحماضَ تغيِّرُ ألوانَ بعضِ الموادِّ. **الحمضُ** Acid كلُّ مُركَّبٍ يزيدُ من عددِ أيوناتِ الهيدرونيوم (H_3O^+) عندما يُذابُ في الماءِ. تتكوَّنُ أيوناتُ الهيدرونيومِ عندَما ينفصلُ أيونُ الهيدروجين (H^+) عن الحَمضِ ويترابطُ مع جُزيءِ الماءِ (H_2O) ليكوِّنا أيونَ الهيدرونيومِ (H_3O^+).

الحَمضُ: كلُّ مُركَّبٍ يزيدُ من عددِ أيوناتِ الهيدرونيوم عندَما يُذابُ في الماءِ.

للأحماضِ مذاقٌ حامضٌ

هل سبقَ أن قضمْتَ قطعةَ ليمونٍ؟ حتمًا ستشعرُ بما شَعَرَ الفتى في **الشكلِ ١**، يرجعُ المذاقُ الحمضيُّ في الليمونِ كباقي الحمضيَّاتِ إلى وجودِ حمضِ الستريك. لكن يجبُ ألاّ يُستخدَمَ التذوُّقُ، أو اللمسُ، أو الشمُّ لتحديدِ هويَّةِ مادَّةٍ كيميائيَّةٍ مجهولةٍ. إنَّ الكثيرَ من الأحماضِ موادُّ أكّالةٌ، أي أنَّها تتلفُ أنسجةَ الجسمِ والألبسةِ. ومُعظمُ الأحماضِ سامَّةٌ أيضًا.

تحقَّقْ

كيفَ يتكوَّنُ أيونُ الهيدرونيوم؟



أبدًا
لا تلمسْ ولا تذقْ محلولاً حمضيًّا مركَّزًا.

الشكلُ ١ تحتوي الأغذيةُ ذاتُ المذاقِ الحامضِ عادةً على أحماضٍ.

الشكلُ ٢ الكشفُ عن الأحماضِ بالكواشفِ

البروموثيمولُ الأزرقُ، كاشفٌ له لونٌ أزرقُ فاتحٌ في الماءِ.

عندما يُضافُ حمضٌ إلى هذا الكاشفِ يتغيَّرُ لونُ الكاشفِ إلى الأصفرِ.



الأحماضُ تغيِّرُ لونَ الكواشِفِ

المادَّةُ التي يتغيَّرُ لونُها عند وجودِها في محلولِ حمضٍ أو قاعدةٍ، تُسمّى **الكاشِفَ** Indicator. انظرْ إلى **الشكلِ ٢**. الدورقُ الأيمنُ يحتوي على ماءٍ، وعلى كاشفٍ يُسمى **البروموثيمولَ الأزرقَ**. أُضيفَ حمضٌ إلى الدورقِ الأيسرِ، فتغيَّرَ اللونُ من الأزرقِ الباهتِ إلى الأصفرِ. الكاشفُ كشفَ عن وجودِ حمضٍ.

هناك كاشفٌ آخرُ شائعُ الاستعمالِ في المُختبرِ هو تبّاعُ الشمسِ. نجدُ شرائحَ من ورقِ تبّاعِ الشمسِ باللونَينِ الأزرقِ والأحمرِ. عندَ إضافةِ الحمضِ إلى أوراقِ تبّاعِ الشمسِ الزرقاءِ، يتغيَّرُ لونُها إلى الأحمرِ.

الكاشِفُ: مُركَّبٌ يتغيَّرُ لونُهُ اعتمادًا على الرقمِ الهيدروجينيِّ (pH).

الأحماضُ تتفاعلُ مع الفِلِزّاتِ

تتفاعلُ الأحماضُ مع بعضِ الفلزّاتِ لتنتجَ غازَ الهيدروجين. مثلاً، يتفاعلُ حمضُ الهيدروكلوريكِ مع فلزِّ الخارصينِ، فينتجُ غازُ الهيدروجينِ، كما يظهرُ في **الشكلِ ٣**. معادلةُ ذلك التفاعلِ هي:

$$2HCl + Zn \longrightarrow H_2 + ZnCl_2$$

في التفاعلِ السابقِ، يحلُّ الخارصينُ محلَّ الهيدروجينِ في مُركّبِ حمضِ الهيدروكلوريك. يحدثُ هذا الاستبدالُ، لأنَّ الخارصينَ فلزٌّ نشطٌ. لكنْ عندَما نضعُ عنصرَ الفضَّةِ في حمضِ الهيدروكلوريكِ لا يحدثُ شيءٌ، لأنَّ الفضَّةَ فلزٌّ قليلُ النشاطِ، ولا يحدثُ تفاعلٌ.



الشكلُ ٣ تتكوَّنُ فقاقيعُ من غازِ الهيدروجينِ عندَما يتفاعلُ فلزُّ الخارصينِ مع حمضِ الهيدروكلوريك.

رابطُ علمِ الأحياء

الأحماضُ قادرةٌ أن تجعِّدَ شعرَكَ!

تحتوي المُثبِّتاتُ على أحماض. تجعلُ الأحماضُ الشعرَ مجعَّدًا، بأن تُغيِّرَ طبيعةَ أحماضٍ أمينيَّةٍ في بروتيناتِ الشعرِ. ابحثْ في كيفيَّةِ استخدامِ الأحماضِ في المنتوجاتِ التي تجعِّدُ الشعرَ أو تُسوّيه. ثمَّ حضِّرْ مُلصقًا يوضِّحُ هذه العمليَّةَ. اعرضْ مُلصقَكَ على طلاّبِ الصفِّ.

الأحماضُ موصِّلةٌ للتيّارِ الكهربائيِّ

تكوِّنُ الأحماضُ أيوناتٍ عندَ إذابتِها في الماءِ. تجعلُ الأيوناتُ المحلولَ موصِّلاً للتيّارِ الكهربائيِّ. محلولُ حمضِ الكبريتيكِ في بطّاريّةِ السيّارةِ مثالٌ على ذلك.

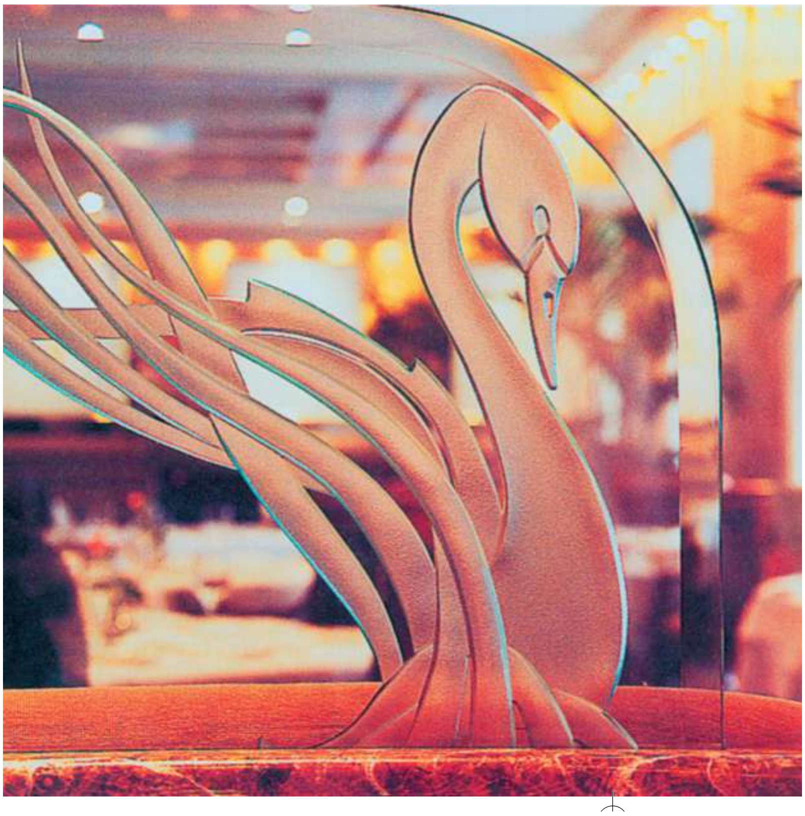
استخداماتُ الأحماض

تُستخدمُ الأحماضُ في عدَّةِ مجالاتٍ صناعيَّةٍ وفي المنازلِ. حمضُ الكبريتيكِ هو الأكثرُ استخدامًا، وبشكلٍ واسعٍ في الصناعاتِ الكيميائيَّةِ. فهو يُستخدَمُ في صُنعِ عدَّةِ مُنتجاتٍ، منها الورقُ، والأصباغُ، وموادُّ التنظيفِ، والأسمدةُ. وحمضُ النيتريكِ يُستخدَمُ في صُنعِ الأسمدةِ، والمطّاطِ، والموادِّ البلاستيكيَّةِ. وحمضُ الهيدروكلوريكِ يُستخدمُ في استخلاصِ فلزّاتٍ من موادِّها الخامِ. وهو يُستخدَمُ في أحواضِ السباحةِ لحمايتِها من الطحالبِ. حمضُ الهيدروكلوريكِ موجودٌ أيضًا في معدتِكَ، حيث يُساعدُكَ على هضمِ الغذاءِ. يُستخدمُ حمضُ الهيدروفلوريكِ في الحفرِ على الزجاجِ، كما يظهرُ في **الشكل ٤**. نجدُ حمضَ الستريكِ وحمضَ الإسكوربيك (فيتامين C) في عصيرِ الليمونِ. كذلك يساهمُ حمضُ الكربونيكِ وحمضُ الفوسفوريكِ في إكسابِ المشروباتِ الغازيَّةِ مذاقَها الحامضَ.

تحقّقْ

اذكرْ ثلاثةَ استخداماتٍ للأحماض.

الشكلُ ٤ حُفِرَتْ صورةُ الوزَّةِ على الزُجاجِ باستخدامِ حمضِ الهيدروفلوريك.



الشكلُ ٥ أمثلةٌ على قواعدَ



مسحوقُ الخبيزِ (baking powder) قاعدةٌ تُستخدمُ في معجونِ الأسنانِ وفي مُزيلِ رائحةِ الفمِ عبرَ معادلةِ الأحماضِ، التي يمكنُ أنْ ينتجَ عنها روائحُ كريهةٌ.



يُصنَّعُ **الصابونُ** من هيدروكسيدِ الصوديوم، وهو قاعدةٌ. يزيلُ الصابونُ الأوساخَ والزيوتَ عن الجلدِ، ويبدو زلقًا عند ملامستِه.



تحتوي **موادُّ التنظيفِ والتبييضِ** على قواعدَ وتُستخدَمُ في إزالةِ بُقعِ الأوساخِ عن الثيابِ. تبدو موادُّ التنظيفِ زلقةً كالصابونِ.

القواعدُ وخصائصُها

القاعدةُ Base هي كلُّ مُركَّبٍ يزيدُ من عددِ أيوناتِ الهيدروكسيدِ (OH^-) عندَ إذابتِه في الماءِ. مثلاً، يتفكَّكُ هيدروكسيدُ الصوديوم لتتكوَّنَ أيوناتُ الصوديوم (Na^+) وأيوناتُ الهيدروكسيدِ (OH^-) كما يلي:

$$NaOH \longrightarrow Na^+ + OH^-$$

تكتسبُ القواعدُ خصائصَها من وجودِ أيوناتِ الهيدروكسيدِ. ويبيِّنُ **الشكلُ ٥** أمثلةً على قواعدَ ربَّما عرفْتَها.

القاعدةُ: كلُّ مُركَّبٍ يزيدُ من عددِ أيوناتِ الهيدروكسيدِ (OH^-) عندَ إذابتِهِ في الماءِ.

القواعدُ زلقةُ الملمسِ وذاتُ مذاقٍ لاذعٍ

من خصائص المحلولِ القاعديِّ أنَّ له مذاقًا لاذعًا ويكونُ زلقًا. إذا تذوَّقتَ الصابونَ خطأً، ستكتشفُ المذاقَ اللاذعَ للقاعدةِ. وللصابونِ خاصِّيَّةٌ أخرى من خصائص القاعدةِ هي أنَّهُ زلقٌ. يجبُ **عدمُ** استخدامِ الحواسِّ كالتذوُّقِ أو اللمسِ أو الشمِّ لتحديدِ هويَّةِ مادَّةٍ كيميائيَّةٍ مجهولةٍ، لأنَّ الكثيرَ من القواعدِ، هي كالأحماضِ، موادُّ أكّالةٌ. إذا شعرْتَ أنَّ أصابعَكَ زلقةٌ عند استخدامِكَ مادَّةً قاعديَّةً، خلالَ تجربةٍ، فإنَّ ذلك يدلُّ على احتمالِ وجودِ شيءٍ من القاعدةِ على يديكَ. ينبغي آنذاك أن تبادرَ إلى غسلِ يدَيكَ بكمِّيَّةٍ كبيرةٍ من الماءِ، وإبلاغِ معلِّمِكَ بذلكَ.

أبدًا
لا تلمسْ ولا تتذوَّقْ محلولاً قاعديًّا مركَّزًا.

نشاطٌ منزليٌّ

الأحماضُ والقواعدُ في المنزل

اطلبْ إلى شخصٍ بالغٍ في المنزلِ أن يتبارى معك. الهدفُ إيجادُ منتجاتٍ في المنزلِ تحتوي على حمضٍ أو قاعدةٍ. سيكتبُ كلُّ شخصٍ اسمَ المنتَجِ واسمَ الحَمضِ الذي يحتوي عليه أو اسمَ القاعدةِ. الشخصُ الذي يجدُ أكبرَ عددٍ من المُنتجاتِ التي تحتوي على أحماضٍ أو قواعدَ هو الفائزُ.

الشكلُ ٦ الكشفُ عن القواعدِ بالكواشفِ

البروموثيمولُ الأزرقُ كاشفٌ له في الماءِ لونٌ أزرقُ فاتحٌ.



عندما تُضافُ قاعدةٌ إلى الكاشفِ يتحوَّلُ لونُ الكاشفِ إلى أزرقَ قاتمٍ.



القواعدُ تُغيِّرُ لونَ الكواشِفِ

القواعدُ كالأحماضِ تُغيِّرُ ألوانَ الكواشِفِ. تتغيَّرُ ألوانُ مُعظمِ الكواشفِ مع القواعدِ إلى ألوانٍ تختلفُ عن ألوانِها مع الأحماضِ. مثلاً، تغيِّرُ القواعدُ لونَ ورقةِ تبّاعِ الشمسِ الأحمرِ إلى اللونِ الأزرقِ. ويتحوَّلُ لونُ البروموثيمولِ الأزرقُ الفاتحُ إلى الأزرقِ القاتمِ عند إضافةِ قاعدةٍ إليه، كما يظهرُ في الشكلِ ٦.

القواعدُ موصِّلةٌ للتيّارِ الكهربائيِّ

توصِّلُ محاليلُ القواعدِ التيّارَ الكهربائيَّ، لأنَّ القواعدَ تزيدُ عددَ أيوناتِ الهيدروكسيدِ (OH^-) في المحلولِ. أيونُ الهيدروكسيدِ هو في الحقيقةِ مكوَّنٌ من ذرَّةِ هيدروجينٍ وذرَّةِ أكسجينٍ ويحملُ شحنةً سالبةً.

مختبرٌ سريعٌ

من الأزرقِ إلى الأحمرِ، إنَّهُ حمضٌ!

١. اسكبْ حواليَ 5 mL من **محلولٍ مجهولٍ** في **صحنٍ صغيرٍ من الزجاجِ**. اختبرِ المحلولَ مستخدمًا **ورقةَ تبّاعِ شمسٍ حمراءَ** أو **ورقةَ تبّاعِ شمسٍ زرقاءَ** بتغطيسِ **ساقِ تحريكٍ** في المحلولِ، ثمَّ بملامسةِ الساقِ لقطعةِ ورقةِ تبّاعِ الشمسِ.

٢. سجِّلْ كلَّ تغيُّرٍ يحدثُ في اللونِ. نظِّفْ ساقَ التحريكِ.

٣. كرِّرِ الخطواتِ السابقةَ مع عدَّةِ محاليلَ مُختلفةٍ. استخدمْ في كلِّ مرَّةٍ ورقةَ تبّاعِ شمسٍ مُختلفةً.

٤. حدِّدْ هويَّةَ كلِّ محلولٍ، واذكرْ هل هو محلولُ حمضٍ أم قاعدةٍ.

استخداماتُ القواعد

كما أنَّ الأحماضَ لها عدَّةُ استخدامات، كذلك هي القواعدُ. هيدروكسيدُ الصوديوم قاعدةٌ تُستخدم في صناعةِ الصابونِ والورق. تُستخدمُ أيضًا في صناعةِ موادِّ تنظيفِ الأفرانِ والموادِّ التي تُفتَحُ بها مجاري الصرفِ الصحِّيِّ. أمّا هيدروكسيدُ الكالسيوم $Ca(OH)_2$، فيُستخدمُ في صناعةِ الأسمنتِ والجبس. ونجدُ الأمونيا في كثيرٍ من موادِّ التنظيفِ في المنزل. ويُستخدمُ أيضًا لصنعِ الأسمدة. أمّا هيدروكسيدُ المغنيسيوم وهيدروكسيدُ الألمنيوم فإنَّهما يُستخدمانِ كمضادّاتٍ للحموضةِ لدى معالجةِ الحموضةِ المعديَّةِ الزائدة. يُبيِّنُ **الشكلُ ٧** جزءًا من منتوجاتٍ كثيرةٍ تحتوي على قواعد. تذكَّرْ دائمًا أنَّ القواعدَ تؤذي جلدَك.



الشكلُ ٧ القواعدُ شائعةُ الاستخدامِ في المنزل. إنَّها مُفيدةٌ كموادِّ تنظيفٍ، وكمُساعدٍ في الطهوِ، وكأدوية.

تحقَّقْ

اذكرْ ثلاثَ طرائقَ تُستخدمُ بها القواعدُ في المنزل.

مُراجعةُ القسم

ملخّص

- الحمضُ مُركَّبٌ يزيدُ عددَ أيوناتِ الهيدرونيوم في المحلول.
- للأحماضِ مذاقٌ حمضيٌّ، وهي تُغيِّرُ لونَ ورقِ تبّاعِ الشمسِ الأزرقِ إلى الأحمر، وتتفاعلُ مع الفلزّاتِ لإنتاجِ غازِ الهيدروجين، ومحاليلُها توصِّلُ التيّارَ الكهربائيَّ.
- تُستخدمُ الأحماضُ لأغراضٍ صناعيَّةٍ وفي منتوجاتٍ منزليَّة.
- القاعدةُ مُركَّبٌ يزيدُ عددَ أيوناتِ الهيدروكسيد في المحلول.
- للقواعدِ مذاقٌ لاذعٌ، وهي زلقةُ الملمسِ، وتُغيِّرُ لونَ ورقِ تبّاعِ الشمسِ الأحمرَ إلى أزرقَ وتوصِّلُ محاليلُها التيّارَ الكهربائي.
- تُستخدمُ القواعدُ في موادِّ التنظيفِ والتعادلِ معَ الأحماض.

مراجعةُ المفرداتِ والمفاهيم

١. وضِّحِ المقصودَ بكلٍّ من المُفرداتِ التالية: **الحمض**، **القاعدة**، **الكاشف**.

استيعابُ الأفكارِ الرئيسة

٢. القاعدةُ مادَّةٌ:
   أ. زلقةُ الملمس.
   ب. مذاقُها حمضيٌّ.
   ج. تتفاعلُ مع الفلزّاتِ لإنتاجِ غازِ الهيدروجين.
   د. تُغيِّرُ لونَ ورقِ تبّاعِ الشمسِ الأزرقَ إلى أحمرَ.

٣. الأحماضُ مهمَّةٌ في:
   أ. صُنعِ مُضادّاتِ الحموضة.
   ب. تحضيرِ موادِّ التنظيف.
   ج. منعِ تكوُّنِ الطحالبِ في أحواضِ السباحة.
   د. صناعةِ الأسمنت.

٤. ماذا يحدثُ لورقِ تبّاعِ الشمسِ الأحمرِ عندما يُغمسُ في محلولِ قاعدة؟

تفكيرٌ ناقدٌ

٥. **مقارنةٌ**: موظِّفًا أحدَ المنظِّماتِ البيانيَّة، قارِنْ بين خصائصِ الأحماضِ وخصائصِ القواعد.

٦. **تحليلُ العمليّات**: افترضْ أنَّ معلِّمَك أعطاكَ محلولاً مجهولاً، وهو إمّا حَمضٌ وإمّا قاعدةٌ. تعرفُ أنَّ لمسَ الأحماضِ والقواعدِ أو تذوُّقَها غيرُ آمنَيْن. فما الاختباران اللذانِ يُمكنُكَ القيامُ بهما على هذا المحلولِ لتحدِّدَ إن كانَ حمضًا أو قاعدةً؟ ما النتائجُ التي تُساعدُكَ على الحكمِ بأنَّ المحلولَ حَمضٌ أو قاعدةٌ؟

القسمُ
٣

مؤشِّراتُ الأداءِ

- يوضِّحُ الفرقَ بين الأحماضِ والقواعدِ القويّةِ والأحماضِ والقواعدِ الضعيفة.
- يُحدِّدُ هويَّةَ الأحماضِ والقواعدِ باستخدامِ سلَّمِ الرقمِ الهيدروجينيِّ pH.
- يصفُ تكوُّنَ الأملاحِ واستخداماتِها.

المُفرداتُ والمفاهيمُ

تفاعلُ التعادلِ

الرقمُ الهيدروجينيُّ pH

الملحُ

استراتيجيَّةُ القراءةِ

مُناقشةٌ : اقرأْ هذا القسمَ بصمتٍ. سجِّلْ ما يثيرُهُ لدَيْكَ من أسئلةٍ. وناقشْها ضمنَ مجموعةٍ صغيرةٍ.

محاليلُ الأحماضِ والقواعدِ

افترض أنَّكَ في حفلةِ التخرُّجِ في المدرسةِ، وقد أكَلتَ عدَّةَ قِطعٍ من البيتزا وأتبعْتَ ذلك بقِطعِ حلوى ومثلَّجاتٍ، وأنَّكَ بدأْتَ تُعاني من آلامِ عُسرِ الهضمِ.

إذا كنْتَ قد عانَيْتَ من اضطرابٍ في المعدةِ فربّما شعرْتَ بما شعرَ به الصبيُّ في **الشكلِ ١**. وربَّما تناولْتَ مضادًّا للحموضةِ. لكن هل تعرفُ كيف يعملُ مُضادُّ الحموضةِ؟ مُضادُّ الحموضةِ قاعدةٌ ضعيفةٌ تُعادلُ الحمضَ القويَّ في معدتِك. ستدرسُ في هذا القسمِ قوَّةَ الأحماضِ والقواعدِ، والتفاعُلاتِ بينَها.

قُوَّةُ الأحماضِ والقواعدِ

تكونُ الأحماضُ والقواعدُ إمّا قويَّةً وإمّا ضعيفةً. قُوَّةُ الحمضِ أو القاعدةِ لا تعني تركيزَ الحمضِ أو القاعدةِ. فتركيزُ الحمضِ أو القاعدةِ هو مقدارُ كمِّيَّةِ الحمضِ أو القاعدةِ الذائبةِ في الماءِ. أمّا قوَّةُ الحمضِ أو القاعدةِ فتعتمدُ على عددِ الجُزيئاتِ التي تتفكَّكُ معطيةً الأيوناتِ عندَما يُذابُ الحمضُ أو القاعدةُ في الماءِ.

الأحماضُ القويَّةُ والأحماضُ الضعيفةُ

عندَما يُذابُ حمضٌ في الماءِ تتفكَّكُ جُزيئاتُهُ، وتَنتجُ أيوناتُ الهيدروجين (H^+). يُسمّى الحمضُ **حَمضًا قويًّا** عندَما تتفكَّكُ جميعُ جُزيئاتِه، مثلُ حمضِ الكبريتيك، وحمضِ النيتريك، وحمضِ الهيدروكلوريك. يُسمّى الحمضُ **حمضًا ضعيفًا** عندَما تتفكَّكُ بعضُ جُزيئاتِه، مثلُ حمضِ الأسيتيكِ (الخلّ)، وحمضِ السيتريكِ (الليمون)، وحمضِ الكربونيكِ (المياهِ الغازيةِ).



الشكلُ ١ تُساعدُ مُضادّاتُ الحموضةِ على تسكينِ آلامِ المعدةِ الناتجةِ من الحموضةِ الزائدةِ .

تحقَّقْ

ما الفرقُ بين حمضٍ قويٍّ وحمضٍ ضعيفٍ؟

القواعدُ القويَّةُ والقواعدُ الضعيفةُ

تُسمّى القاعدةُ قاعدةً قويَّةً عندما تتفكّكُ جميعُ جُزيئاتِها لإنتاجِ أيوناتِ هيدروكسيد OH^-. من القواعدِ القويَّةِ هيدروكسيدُ الصوديوم، وهيدروكسيدُ الكالسيوم، وهيدروكسيدُ البوتاسيوم. تُسمّى القاعدةُ **قاعدةً ضعيفةً** عندما تتفكّكُ بعضُ جُزيئاتِها. هيدروكسيدُ الأمونيوم وهيدروكسيدُ الألمنيوم قاعدتانِ ضعيفتانِ.

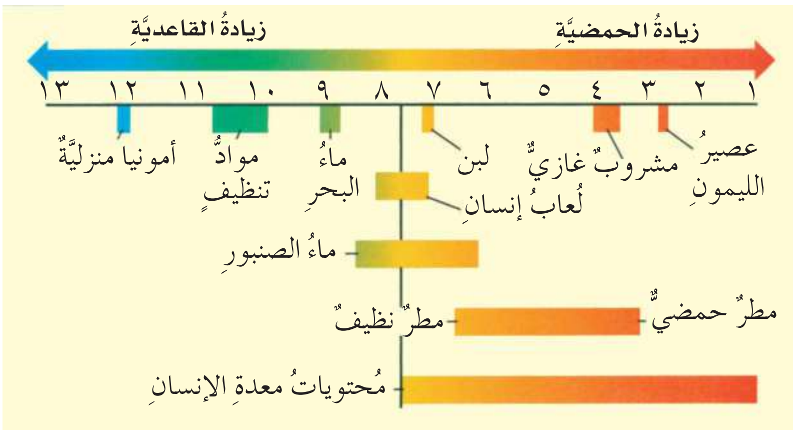
التعادُلُ

عندما تلتقي القاعدةُ في مُضادِّ الحموضةِ مع حمضِ المعدةِ يحدث تفاعلٌ يُسمّى التفاعلُ بينَ الأحماضِ والقواعدِ **تفاعلَ التعادُلِ** **Neutralization reaction**. تُعادِلُ الأحماضُ والقواعدُ إحداهُما الأُخرى لأنَّ أيوناتِ الهيدروجين (H^+) الموجودةَ في الحمضِ، وأيوناتِ الهيدروكسيد (OH^-) الموجودةَ في القاعدةِ تتفاعلُ لتُكوِّنَ الماءَ (H_2O)، وهو متعادِلٌ. تبقى الأيوناتُ الأخرى للحمضِ والقاعدةِ ذائبةً في الماءِ. وعندما يتبخَّرُ الماءُ تترابطُ هذه الأيوناتُ لتُكوِّنَ ملحًا.

سُلَّمُ الرَّقمِ الهيدروجينيِّ (pH)

يُمكنُ للكاشفِ، كتبّاعِ الشمسِ، أن يُحدِّدَ إن كانَ المحلولُ حمضيًّا أم قاعديًّا. لوصفِ مدى حمضيَّةِ أيِّ محلولٍ، أو قاعديَّتِهِ، نستخدمُ سلَّمَ الرقمِ الهيدروجينيِّ. **الرقمُ الهيدروجينيُّ pH** لمحلولٍ هو قياسُ تركيزِ أيوناتِ الهيدرونيوم في هذا المحلولِ. المحلولُ ذو الرقمِ الهيدروجينيِّ ٧ مُتعادِلٌ. هذا يعني أنَّ المحلولَ ليس حمضيًّا ولا قاعديًّا. للماءِ المقطَّرِ الرقمِ الهيدروجينيُّ ٧. وللمحاليلِ القاعديَّةِ رقمٌ هيدروجينيٌّ أكبرُ من ٧. والمحاليلُ الحمضيَّةُ لها رقمٌ هيدروجينيٌّ أقلُّ من ٧. يُبيِّنُ **الشكلُ ٢** قيمَ الأرقامِ الهيدروجينيَّةِ لعدَّةِ موادَّ شائعةٍ.

الشكلُ ٢ قيمُ الرقمِ الهيدروجينيِّ لموادَّ شائعةٍ



مختبرٌ سريعٌ

المُزيلُ السريعُ

١. اسكُبْ ملعقتَيْنِ من **الخلِّ** في **كوبٍ صغيرٍ من البلاستيكِ**، ثمَّ املأ الكوبَ حتّى النصفِ بالماءِ. اختبِرْ محلولَ الخلِّ **بورقِ الكاشفِ العام**. سجِّلْ نتائجَكَ.

٢. اسحقْ **قُرصَيْنِ مضادَّيْنِ للحموضةِ**، وامزجْهُما مع الخلِّ. اختبرِ المزيجَ بورقِ الكاشفِ العامِ. سجِّلْ نتائجَكَ.

٣. قارِنْ بينَ حموضةِ المحلولِ قبلَ إضافةِ مضادِّ الحموضةِ، وحموضتِهِ بعدَ إضافةِ مضادِّ الحموضةِ إليه.

تفاعلُ التعادُلِ: تفاعلُ حمضٍ مع قاعدةٍ لإنتاجِ ماءٍ وملحٍ.

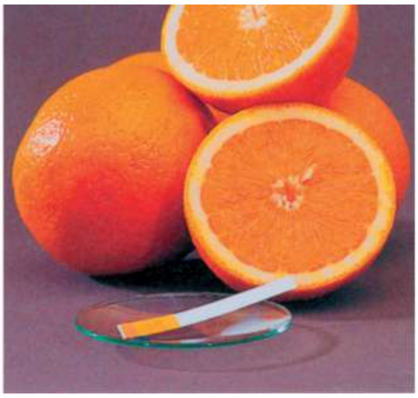
الرقمُ الهيدروجينيُّ pH: قياسٌ يُستخدمُ للتعبيرِ عن حمضيَّةِ نظامٍ معيَّنٍ أو قاعديَّتِهِ (قلويَّتِهِ).

الشكلُ ٣ استخدامُ الكواشفِ لإيجادِ الرقمِ الهيدروجينيِّ pH

تدريجُ الكاشفِ العامِ للرقمِ الهيدروجينيِّ



pH 4



pH 10



استخدامُ الكواشفِ لتحديدِ الرقمِ الهيدروجينيِّ

يُستخدمُ الكاشفُ العامُّ (مزيجٌ من الكواشفِ) لتحديدِ مدى حمضيَّةِ أو قاعديَّةِ محلولٍ ما. وذلك بمعرفةِ ألوانِ هذهِ الكواشفِ عندَ قيمٍ مُختلفةٍ للرقمِ الهيدروجيني. يُبيِّنُ **الشكلُ ٣** شريحتَيْنِ من ورقِ الكاشفِ العامِّ. تحتويانِ على كواشفَ مُختلفةٍ. غُطِّسَتْ هاتانِ الشريحتانِ في محلولَينِ مُختلفَينِ. يُمكنُ إيجادُ الرقمِ الهيدروجينيِّ لكُلِّ محلولٍ بمُقارنةِ ألوانِ كُلِّ شريحةٍ بألوانِ تدريجِ الكاشفِ المتوفرِ. يُستخدمُ عادةً هذا النوعُ للكشفِ عن الرقمِ الهيدروجينيِّ لماءِ أحواضِ السباحةِ وأحواضِ الأسماكِ. يُمكنُ أيضًا إيجادُ الرقمِ الهيدروجينيِّ لمحلولٍ بوساطةِ جهازِ قياسِ الرقمِ الهيدروجيني (pH-meter). بمقدورِ أجهزةِ القياسِ هذه أن تكشفَ تركيزَ أيونِ الهيدرونيومِ وتقيسَهُ إلكترونيًّا.

الرقمُ الهيدروجينيُّ والبيئةُ

تعيشُ الكائناتُ الحيَّةُ ضمنَ مدًى محدَّدٍ من الرقمِ الهيدروجينيِّ في بيئتِها. بعضُ النباتاتِ، كالصنوبرِ، تُلائمُها تربةٌ حمضيَّةٌ ذاتُ رقمٍ هيدروجينيٍّ يتراوحُ بينَ ٤ و ٦. وهناك نباتاتٌ أخرى، كالخسِّ، تحتاجُ إلى تربةٍ قاعديَّةٍ ذاتِ رقمٍ هيدروجينيٍّ يتراوحُ بينَ ٨ وَ ٩. يُمكنُ أن يكونَ أيضًا للنباتاتِ سماتٌ مُختلفةٌ تحتَ ظروفِ نموٍّ مُختلفةٍ. فمثلاً لونُ الزهرةِ في نباتِ الهيدرانجيا، يتغيَّرُ بتغيُّرِ الرقمِ الهيدروجينيِّ للتربةِ التي ينمو فيها. هذا الاختلافُ في اللونِ يظهرُ في **الشكلِ ٤**. هناك كائناتٌ حيَّةٌ كثيرةٌ من التي تحيا في البُحيراتِ والتيّاراتِ تحتاجُ إلى بيئةٍ ذاتِ رقمٍ هيدروجينيٍّ مُتعادلٍ لكي تحيا.

لمُعظمِ الأمطارِ رقمٌ هيدروجينيٌّ يتراوحُ بين ٥,٥ وَ ٦. عندَما يتفاعلُ ماءُ المطرِ مع مُركَّباتٍ ناتجةٍ من تلوُّثِ الهواءِ تتكوَّنُ الأحماضُ، وينخفضُ الرقمُ الهيدروجينيُّ لماءِ المطرِ. مُعظمُ المطرِ الحمضيِّ له رقمٌ هيدروجينيٌّ يتراوحُ بينَ ٤ وَ ٤,٥.

رابطُ علمِ الأحياءِ

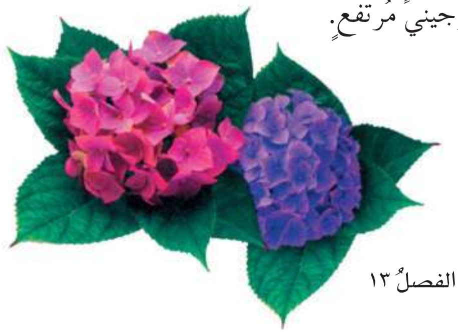
الدمُ والرقمُ الهيدروجينيُّ

يتراوحُ الرقمُ الهيدروجينيُّ لدمِ الإنسانِ بين ٧,٣٨ و ٧,٢٤. إذا كانَ الرقمُ الهيدروجينيُّ لدمِ الإنسانِ أدنى من ذلك أو أعلى، لا يعودُ بإمكانِ الجسمِ أن يعملَ بشكلٍ صحيحٍ. قُمْ ببحثٍ عن أسبابِ ارتفاعِ الرقمِ الهيدروجينيِّ أو انخفاضِهِ عن معدَّلِهِ العادي. اكتبْ في صفحةٍ ما وجدتَهُ.

تحقَّقْ

كيف تحدِّدُ الكواشفُ الرقمَ الهيدروجينيَّ؟

الشكلُ ٤ لكي تنموَ الأزهارُ الزرقاءُ، ازرعْ نباتَ زهرةِ الهيدرانجيا في تُربةٍ ذاتِ رقمٍ هيدروجينيٍّ مُنخفضٍ. لنموِّ الأزهارِ الأرجوانيَّةِ، استخدمْ تربةً ذاتَ رقمٍ هيدروجينيٍّ مُرتفعٍ.



الأملاح

عندما يُعادلُ حَمضٌ قاعدةً ينتجُ ماءٌ وملحٌ. **الملحُ** Salt مُركَّبٌ أيونيٌّ يتكوَّنُ من الأيونِ الموجبِ لقاعدةٍ، ومن الأيونِ السالبِ لحَمضٍ. عندما تسمعُ كلمةَ ملحٍ، ربّما فكَّرْتَ في ملحِ الطعامِ (كلوريدَ الصوديوم) الذي تستخدمُهُ هو واحدٌ فقط من مجموعةٍ واسعةٍ من مُركَّباتٍ تسمّى أملاحًا.

استخداماتُ الأملاحِ

للأملاحِ استخداماتٌ متعدِّدةٌ في الصناعةِ وفي المنازلِ. أنتَ تعرفُ حتّى الآنَ أنَّ كلوريدَ الصوديوم يُستخدمُ في الأطعمةِ. إنَّهُ يُستخدمُ أيضًا لصُنعِ مُركَّباتٍ أخرى، منها هيدروكسيدُ الصوديوم، وفي صُنعِ الصابونِ وكربوناتِ الصوديومِ الهيدروجينيَّةِ. نتراتُ الأمونيوم ملحٌ يُستخدمُ كسمادٍ للتربةِ. ويُستخدمُ كبريتاتُ الكالسيوم في صناعةِ الألواحِ الجداريَّةِ (الجبس)، التي تُستخدمُ في البناءِ. يُبيِّنُ **الشكلُ ٥** استخدامًا آخرَ للملحِ.



الشكلُ ٥ تُستخدمُ الأملاحُ في إزالةِ الجليدِ عنِ الطرقِ بخفضِ درجةِ تجمُّدِ خليطِ الماءِ والملحِ.

الملحُ: مُركَّبٌ أيونيٌّ يتكوَّنُ عندمَا تحلُّ ذرَّةُ فلزٍّ محلَّ هيدروجينِ حَمضٍ ما.

مُراجعةُ القسمِ

ملخّص

- تتفكّكُ كُلُّ جزيئاتِ الأحماضِ والقواعدِ القويَّةِ لتكوينِ أيوناتٍ، بينما تتفكّكُ بعضُ جُزيئاتِ الأحماضِ والقواعدِ الضعيفةِ.
- يُمكنُ لحمضٍ وقاعدةٍ أنْ يعادلَ أحدُهما الآخرَ لتكوينِ ملحٍ وماءٍ.
- الرقمُ الهيدروجينيُّ قياسٌ لتركيزِ أيونِ الهيدرونيوم في محلولٍ ما.
- الملحُ مُركَّبٌ أيونيٌّ ينتجُ من تفاعلِ تعادلٍ. للأملاحِ عدَّةُ استخداماتٍ صناعيَّةٍ ومنزليَّةٍ.

مراجعةُ المفرداتِ والمفاهيمِ

١. اكتبْ بأسلوبِكَ جملةً تعبِّرُ عن العلاقةِ بين مفهومَيْ **تفاعلِ التعادلِ** و**الملحِ**.

استيعابُ الأفكارِ الرئيسةِ

٢. تفاعلُ التعادلِ:
- أ. يشتملُ على حمضٍ وقاعدةٍ.
- ب. يُنتِجُ ملحًا.
- ج. يكوِّنُ ماءً.
- د. جميعُ ما وردَ.

٣. وضِّحِ الفرقَ بينَ حمضٍ قويٍّ وحمضٍ ضعيفٍ.

مهاراتٌ رياضيّاتٍ

٤. انخفاضُ كلِّ درجةٍ في سلَّمِ الرقمِ الهيدروجينيِّ، تقابلُهُ زيادةٌ في أيوناتِ هيدروجينِ المحلولِ تبلغُ عشرةَ أمثالٍ. فالمحلولُ ذو الرقمِ الهايدروجينيِّ ٣، مثلًا، ليسَ له ضعفُ حمضيَّةِ المحلولِ ذي الرقمِ الهايدروجينيِّ ٦، بل له ١٠٠٠ مثلٍ. كم مثلًا تساوي حمضيَّةُ المحلولِ ذي الرقمِ الهايدروجينيِّ ٢ من حمضيَّةِ المحلولِ ذي الرقمِ الهيدروجينيِّ ٤؟

تفكيرٌ ناقدٌ

٥. **تحليلُ العمليّاتِ**: ماذا تتوقَّعُ أن يحدُثَ لتركيزِ أيونِ الهايدروجينِ وللرقمِ الهايدروجينيِّ للماءِ عندَ إضافةِ حَمضِ الهيدروكلوريكِ إلى الماءِ؟

٦. **تحليلُ العلاقاتِ**: هل يُمكنُ لسمكةٍ أن تعيشَ في بُحيرةٍ ذاتِ رقمٍ هايدروجينيٍّ مُنخفضٍ؟ وضِّحْ إجابتَكَ.

٧. **تطبيقُ المفاهيمِ**: يُصنَّعُ الصابونُ من قاعدةٍ قويَّةٍ ومن زيتٍ. ماذا تتوقَّعُ أن يكونَ الرقمُ الهايدروجينيُّ للصابونِ: ٤ أم ٩؟ برِّرْ إجابتَكَ.

مُراجَعَةُ الْفَصلِ

مراجعةُ المُفرداتِ والمفاهيم

قارنْ بينَ المفهومَيْن في كلِّ سؤالٍ ذاكرًا أوجهَ الشبهِ والاختلافِ.

١. المُركَّبُ الأيونيُّ والمُركَّبُ التساهُميُّ.

٢. الحمضُ والقاعدةُ.

٣. الرقمُ الهايدروجينيُّ والكاشفُ.

استيعابُ الأفكارِ الرئيسة

اختيارٌ من مُتعدِّدٍ

٤. المُركَّباتُ الأيونيَّةُ:

أ. لها درجةُ انصهارٍ مُنخفضةٌ.

ب. قابلةٌ للتفتُّتِ عندَ طَرقِها.

ج. لا توصِّلُ التيّارَ الكهربائيَّ في الماءِ.

د. لا تذوبُ في الماءِ.

٥. بالرجوعِ إلى **الشكلِ ٢** ص ٢٥١، تجدُ أنَّ الازديادَ في تركيزِ أيوناتِ الهيدرونيوم في محلولٍ:

أ. يزيدُ الرقمَ الهايدروجينيَّ.

ب. يُخفِّضُ الرقمَ الهايدروجينيَّ.

ج. لا يؤثِّرُ في الرقمِ الهايدروجينيِّ.

د. يُضاعفُ الرقمَ الهايدروجينيَّ.

إجابةٌ قصيرةٌ

٦. ما نوعُ المُركَّبِ الذي يجبُ أن تستخدمَهُ للتعادلِ معَ محلولِ هيدروكسيدِ البوتاسيوم؟

٧. وضِّح لماذا يُسمّى تفاعُلُ حمضٍ مع قاعدةٍ **تفاعلَ تعادُلٍ**.

٨. ما الأيوناتُ التي يزدادُ تركيزُها في المحاليلِ المائيَّةِ لكلٍّ من الحمضِ والقاعدةِ؟

مهاراتٌ رياضيّاتٍ

٩. يحتوي معظمُ الخلِّ المُستخدمِ لصُنعِ المخلّلاتِ على 5% من حمضِ الأسيتيك. هذا يعني أنَّ كلَّ 100 mL من الخلِّ تحتوي على 5 mL من الحمضِ. إذا اشترَيتَ عبوةً تحتوي على 250 mL، فما حجمُ حمضِ الأسيتيكِ بالملِّيلتر (mL) الموجودِ في العبوةِ؟



تفكيرٌ ناقدٌ

١٠. **خريطةُ المفاهيم:** وظِّفِ المفاهيمَ التاليةَ لرسمِ خريطةِ مفاهيمَ: **الحمضُ، القاعدةُ، الملحُ، التعادلُ، الرقمُ الهايدروجينيُّ.**

١١. **تطبيقُ المفاهيم:** يفرزُ السَّمكُ قاعدةَ الأمونيا NH_3، كفضلاتٍ. كيف يؤثِّرُ إطلاقُ هذه الأمونيا في الرقمِ الهايدروجينيِّ لماءِ حوضِ السمكِ؟ ماذا نفعلُ لتعديلِ الرقمِ الهايدروجينيِّ للماءِ؟

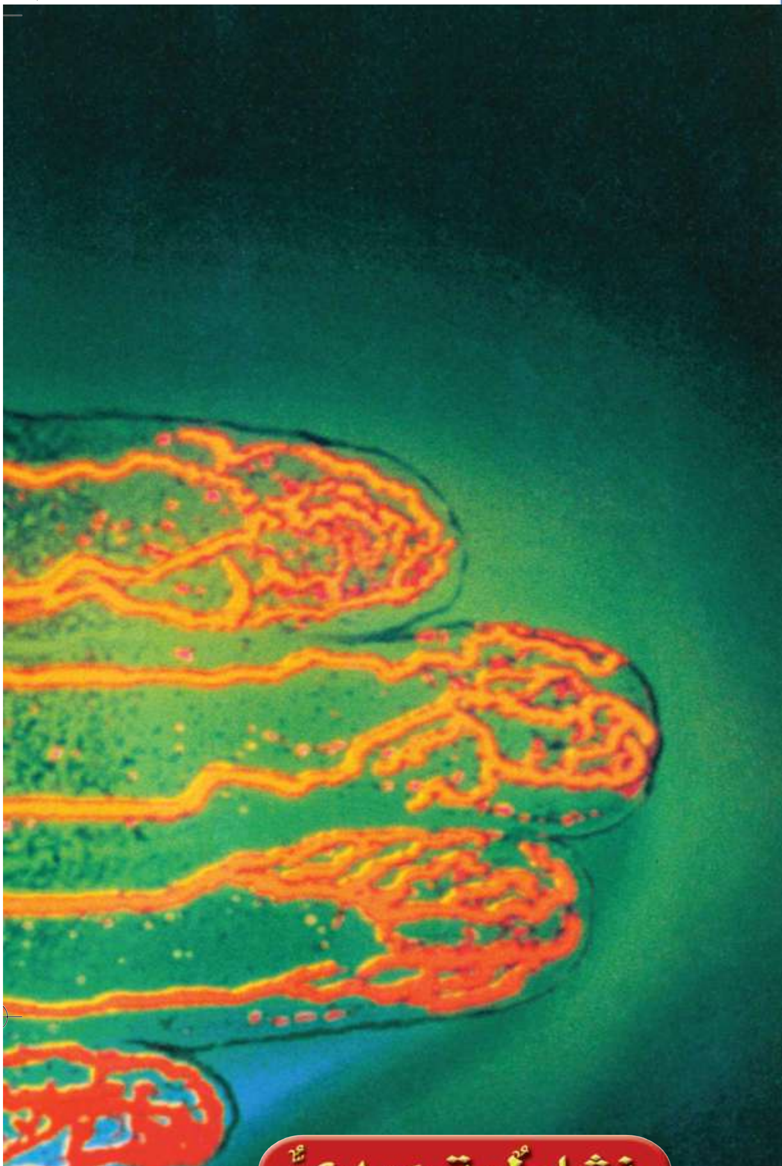
١٢. **تحليلُ الطرقِ:** حشراتٌ كثيرةٌ، كالنمل، عندَما تعضُّ أو تلدغُ تفرزُ حمضَ النمليك، صفْ نوعَ المُركَّبِ الذي يجبُ استخدامُهُ لمُعالجةِ اللدغة.

١٣. **مُقارنة:** المُركَّباتُ العضويَّةُ هي مُركَّباتٌ تساهُميَّةٌ. ماذا تتوقَّعُ أن يكونَ للمركَّباتِ العضويَّةِ من خصائصَ نتيجةً لذلك؟

١٤. **تطبيقُ المفاهيم:** اقترحْ طريقةً لقياسِ الرقمِ الهايدروجينيِّ للتربةِ.

الفصل ١٤

الطاقةُ الذّرّيّةُ



الفكرةُ الرئيسةُ

الانحلالُ الإشعاعيُّ، والانشطارُ النوويُّ، والاندماجُ النوويُّ، تغيُّراتٌ تُطلِقُ طاقةً من أنويةِ الذرّاتِ.

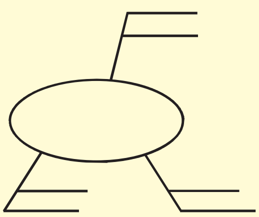
القسم

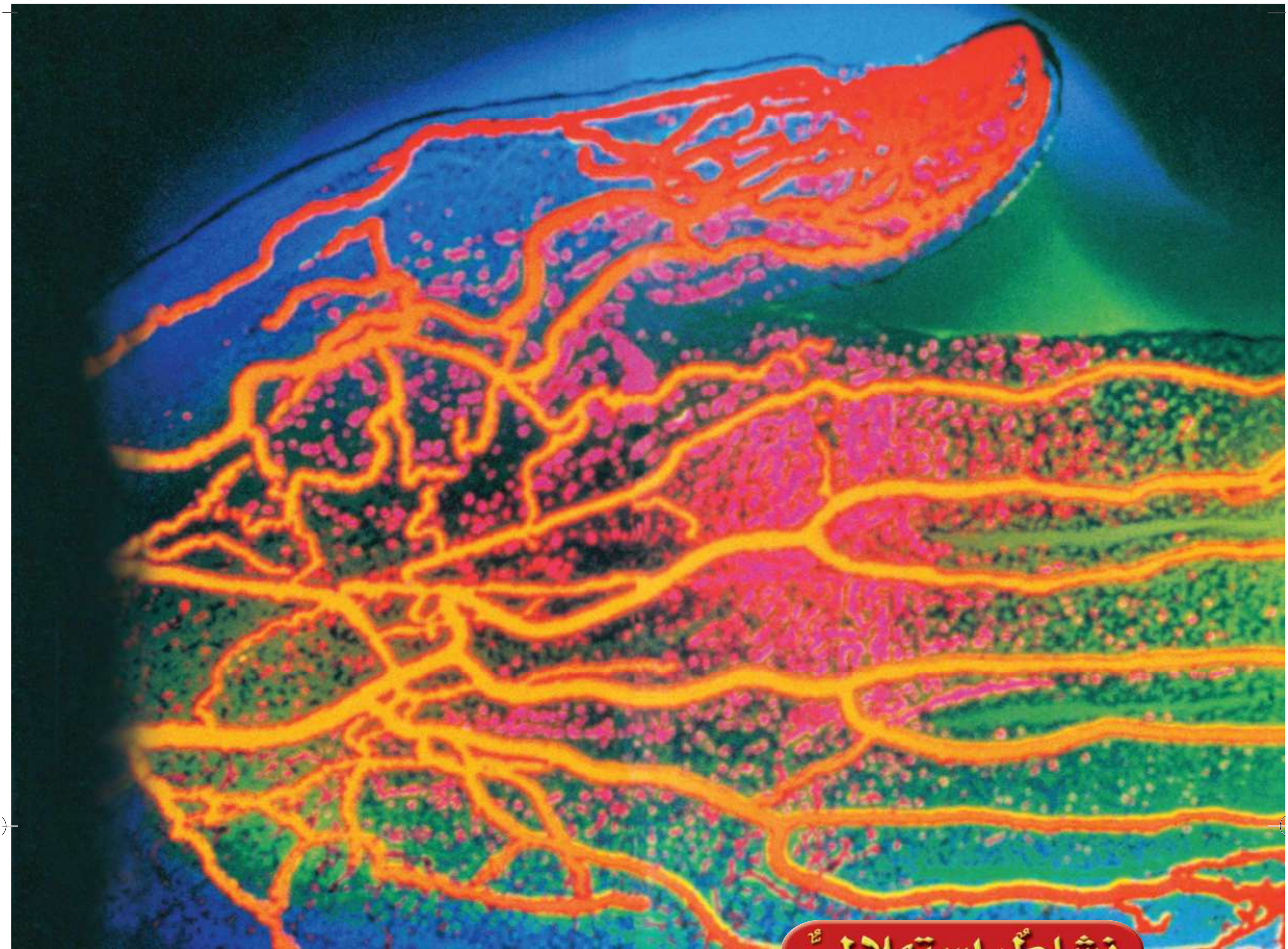
حولَ الصورةِ

أمعنِ النظرَ في صورةٍ للأوعيةِ الدمويَّةِ في يدِ إنسانٍ. يعمدُ الأطبّاءُ أحيانًا إلى حقنِ جسمِ المريضِ بمتتبِّعاتٍ مشعَّةٍ تتركَّزُ في عضوٍ معيَّنٍ من هذا الجسمِ. ويُستخدَمُ مكشافٌ خاصٌ لرصدِ المتتبِّعاتِ عندَما تتحرَّكُ في داخلِ جسمِ الإنسانِ. ويتمُّ تحويلُ البياناتِ إلى صورةٍ تسمحُ بتحديدِ مواقعَ الأورامِ في العضوِ المعنيِّ أو آليَّةِ عملِه.

نشاطٌ تمهيديٌّ

المنظم البياني **خريطةٌ مُتشعِّبةٌ:** قبلَ البدءِ بقراءةِ هذا الفصلِ، قمْ بإعدادِ الخريطةِ المتشعِّبةِ الموصوفةِ في قسمِ **مهاراتِ الدراسةِ** المُدرجِ في ملحقِ الكتابِ. عَنونِ الدائرةَ «الانحلالُ الإشعاعيُّ». خصِّصْ ذراعًا لكلِّ نوعٍ من أنواعِ الانحلالِ الإشعاعيِّ. ومن خلالِ قراءتِكَ للفصلِ املأِ الخريطةَ بتفاصيلَ عن كلِّ نوعِ انحلالٍ إشعاعيٍّ.





نشاطٌ استهلاليٌّ

راقِبْ صورةَ الدلَّةِ

ستقومُ في هذا النشاطِ، بإعدادِ نموذجٍ لانحلالِ الأنويةِ غيرِ المُستقرَّةِ إلى أنويةٍ مُستقرَّةٍ.

الخُطواتُ

١. ضعْ ١٠٠ **درهم** فلزيٍّ في **علبةٍ ذاتِ غطاءٍ** بحيثُ تكونُ صورةُ الدلَّةِ في كلِّ درهمٍ نحو الأعلى. تُمثِّلُ الدراهمُ الأنويةَ النشطةَ إشعاعيًّا. سجِّلْ ١٠٠ نواةِ «دلَّة» كنتيجةٍ لـ «المحاولةِ صفر».

٢. أغلقِ العُلبةَ. رجَّها إلى الأعلى والأسفل مدَّةَ ٥ ثوانٍ.

٣. افتحِ العلبةَ. أخرِجْ منها الأنويةَ (الدراهم) التي تكونُ فيها الكتابةُ نحو الأعلى. أحصِ عددَ الأنويةِ الباقيةِ (صُورِ الدلَّةِ). وسجِّلْ هذا العددَ كنتيجةٍ لـ «المحاولةِ ١».

٤. كرِّرْ عدَّةَ محاولاتٍ حتّى لا يبقى في العلبةِ أيُّ درهمٍ، أو بعدَ القيامِ بالمحاولةِ الخامسةِ، سجِّلْ نتائجَك.

التحليلُ

١. مثِّلْ بياناتِكَ على **ورقةِ رسمٍ بيانيٍّ** واضعًا «عددَ أنويةِ الدلّاتِ» على المحورِ العموديِّ (y) و«عددَ المحاولاتِ» على محورِ الأُفقيِّ (x). ماذا تُلاحظُ على التغيُّرِ في عددِ أنويةِ الدلّاتِ؟

٢. قارنْ رسمَكَ البيانيَّ بالرسومِ البيانيَّةِ التي وضعَها زملاؤُكَ في الصفِّ.



القسم ١

النشاطُ الإشعاعيُّ

مؤشِّراتُ الأداء

- يصفُ كيفَ اكتُشِفَ النشاطُ الإشعاعيُّ.
- يُقارنُ عمليّاتِ الانحلالِ التي تؤدّي إلى انبعاثِ ألفا وبيتًا وجاما.
- يصفُ قدرةَ الأنواعِ الثلاثةِ من الإشعاعاتِ النوويَّةِ على الاختراقِ.
- يحسبُ عمرَ أجسامٍ مُستخدمًا عُمرَ النصفِ.
- يطابقُ استخداماتِ النشاطِ الإشعاعيِّ.

الْمُفرداتُ والمفاهيم

النشاطُ الإشعاعيُّ

العددُ الكُتليُّ

عمرُ النصفِ

استراتيجيَّةُ القراءةِ

مُنظِّمُ القراءةِ: في أثناءِ قراءتكَ لهذا القسمِ ضعْ مخطَّطًا لمفاهيمِهِ الأساسيَّةِ مستخدمًا عناوينَهُ.

لا يجدُ العلماءُ كلَّ ما يتوقَّعونَهُ عندَما يقومونَ بتجاربِهم، لكن في عامِ ١٨٩٦ وجدَ العالِمُ الفرنسيُّ هنري بيكريل أكثرَ بكثيرٍ ممّا كانَ يتوقَّعُه. لقد اكتشفَ مجالاً جديدًا في العلومِ.

اكتشافُ النشاطِ الإشعاعيِّ

كانَتْ فرضيَّةُ بيكريل أنَّ المعادنَ الفلوريسيَّةَ (Fluorescent) تصدرُ أشعَّةً سينيَّةً (تتوهَّجُ الموادُّ الفلوريسيَّةُ عندَما يسقطُ ضوءٌ عليها.) لكي يتحقَّقَ من فرضيَّتِه، وضعَ معدنًا فلوريسيًّا فوقَ لوحةٍ فوتوغرافيَّةٍ مغلَّفةٍ بورقةٍ. بعدَ أن سلَّطَ أشعَّةَ الشمسِ الساطعةِ على ما حضَّرَه، ظهَّرَ اللوحةَ وشاهدَ الصورةَ المتوقَّعةَ للمعدنِ، كما هو مُبيَّنٌ في **الشكل ١**.

نتيجةٌ غيرُ مُتوقَّعةٍ

حاولَ بيكريل أن يكرِّرَ التجربةَ من جديدٍ، لكن الجوَّ كانَ ملبَّدًا بالسحبِ. لذلكَ وضعَ موادَّهُ في درجِ مكتبِه. وبعدَ بضعةِ أيّامٍ ظهَّرَ اللوحةَ الفوتوغرافيَّةَ. صُعِقَ عندَ رؤيتِهِ صورةً مُهمَّةً. حتّى من دونِ ضوءٍ أعطى المعدنُ طاقةً. لقد اخترقَتِ الطاقةُ الورقةَ وشكَّلَتْ صورةً على اللوحةِ الفوتوغرافيَّةِ. بعدَ عدَّةِ اختباراتٍ استنتجَ بيكريل أنَّ هذه الطاقةَ تأتي من اليورانيومِ، وهو عنصرٌ موجودٌ في المعدنِ.

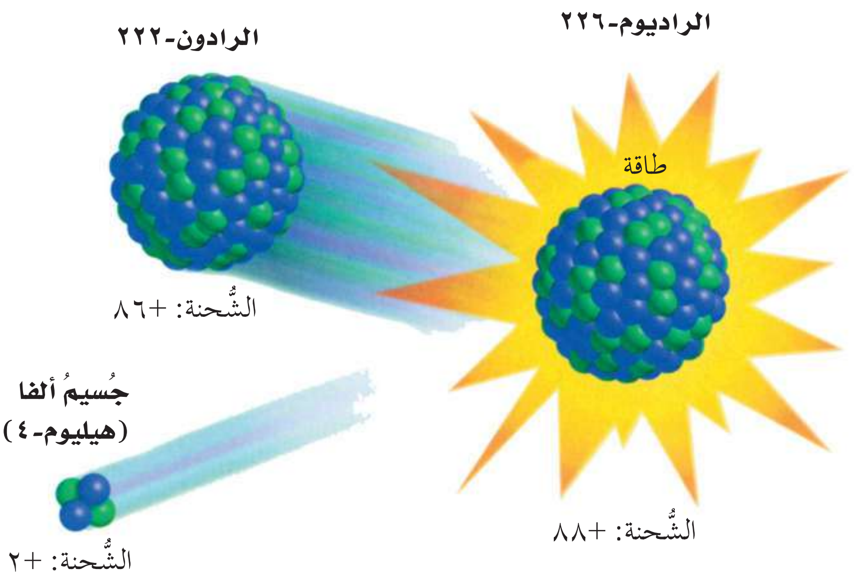
تسميةُ غيرِ المتوقَّعِ

سُمِّيَتْ هذه الطاقةُ الإشعاعَ النوويَّ، وهو أشعَّةٌ وجُسيماتٌ ذاتُ طاقةٍ عاليةٍ تصدرُ من أنويةِ بعضِ الذرّاتِ. ماري كوري، وهي باحثةٌ كانَتْ تعملُ معَ بيكريل، أطلقَتْ على العمليَّةِ التي تصدرُ بواسطتِها أشعَّةٌ نوويَّةٌ من بعضِ الأنويةِ، اسمَ **النشاطِ الإشعاعيِّ** Radioactivity. وقد سُمِّيَتْ أيضًا الانحلالَ الإشعاعيَّ.



الشكلُ ١ لا يُمكنُ لأشعَّةِ الشمسِ أن تخترقَ الورقةَ. بالتالي، يجبُ أن تكونَ الصورةُ قد تكوَّنَتْ بوساطةِ طاقةٍ انطلقَتْ من المعدنِ.

الشكلُ ٢ انحلالُ نواةِ الراديوم ٢٢٦- لإعطاءِ جسيمِ ألفا



حُفظَ العددُ الكُتلي.
٢٢٦ = ٢٢٢ + ٤

حُفظَت الشُّحنة.
(+٨٨) = (+٨٦) + (+٢)

أنواعُ الانحلالِ الإشعاعيِّ

خلالَ **الانحلالِ الإشعاعي**، تُطلقُ نواةٌ غيرُ مُستقرَّةٍ جُسيماتٍ وطاقةً. الأنواعُ الثلاثةُ للانحلالِ الإشعاعيِّ هي انحلالُ ألفا، وانحلالُ بيتّا، وانحلالُ جاما.

النشاطُ الإشعاعيُّ: العمليَّةُ التي تُطلقُ بوساطتِها نواةٌ غيرُ مستقرَّةٍ إشعاعًا نوويًّا.

العددُ الكُتليُّ: مجموعُ عددَي البروتونات والنيوترونات في نواةِ ذرَّةٍ.

انحلالُ ألفا

يُسمّى انبعاثُ جُسيمِ ألفا من النواةِ انحلالَ ألفا. يتكوَّنُ جُسيمُ ألفا من بروتونَيْنِ ونيوترونَـيْـن. ولـه عـددٌ كُـتـلـيٌّ ٤ وشـحـنـةٌ ٢. **العددُ الكُتليُّ** Mass number هو مجموعُ عددَي البروتوناتِ والنيوتروناتِ في نواةِ ذرَّةٍ ما. جُسيمُ ألفا هو نفسُهُ نواةُ ذرَّةِ هيليوم. عدَّةُ أنويةٍ مُشعَّةٍ كبيرةٍ تطلقُ جُـسيـمـاتِ ألـفـا، وتـتـحـوَّلُ إلـى أنـويـةِ عـنـاصـرَ جديدة. ومن أمثلـتِـهـا نـواةُ الراديومَ–٢٢٦. (العددُ الذي يلي اسمَ العُنصرِ هو العددُ الكُتليُّ للذرَّةِ).

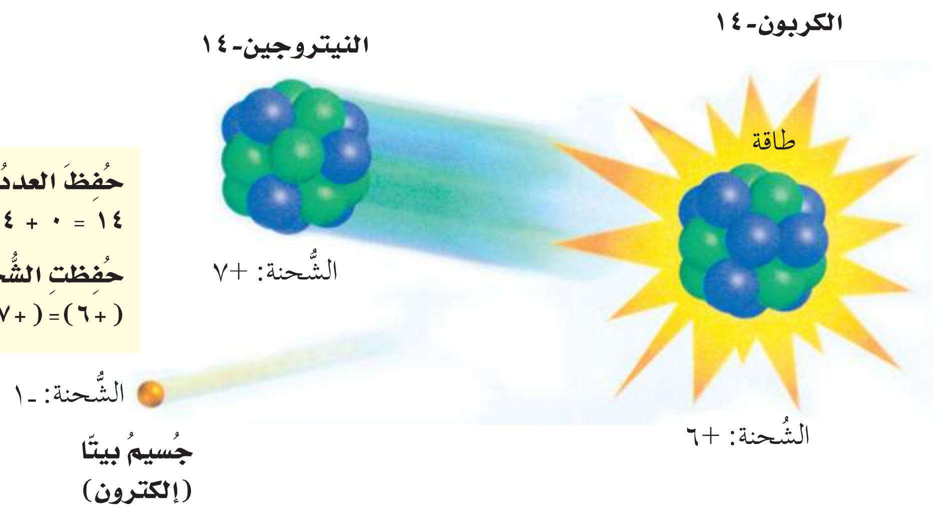
الانحلالُ وحفظُ الكتلةِ والشحنة

انظرْ إلى نموذجِ انحلالِ ألفا في **الشكل ٢**. يُبيِّنُ هذا النموذجُ شيئَيْنِ مُهمَّيْنِ عن الانحلالِ الإشعاعيِّ. الأوَّلُ هو حِفظُ العددِ الكُتليِّ. فمجموعُ الأعدادِ الكُتليَّةِ لموادِّ البدايةِ يُساوي دائمًا مجموعَ الأعدادِ الكُتليَّةِ للنواتج. والثاني هو حِفظُ الشُّحنةِ. فمجموعُ شحناتِ موادِّ البدايةِ يُساوي دائمًا مجموعَ شحناتِ النواتجِ.

تحقَّقْ

ما الشيئانِ اللذانِ يُحفظانِ خلالَ الانحلالِ الإشعاعيِّ؟

الشكلُ ٣ انحلالُ نواةِ ذرَّةِ الكربون-١٤ لإعطاءِ جسيمِ بيتا



حُفظَ العددُ الكُتليُّ.
١٤ = ١٤ + ٠

حُفظتِ الشُّحنةُ.
(+٦) = (+٧) + (ـ١)

انحلالُ بيتّا

يُسمّى إطلاقُ جُسيمِ بيتّا من النواةِ انحلالَ بيتّا. يُمكنُ لجُسيمِ بيتّا أن يكونَ إلكترونًا أو بوزيترونًا. شُحنةُ الإلكترونِ −١. في حين أنَّ شُحنةَ البوزيترونِ +١. وكُتلةَ كلٍّ منهما تُساوي تقريبًا الصفر (٠). لذا فالعددُ الكُتليُّ لجُسيمِ بيتّا هو ٠، لأنَّهُ لا يحتوي على بروتوناتٍ ولا على نيوترونات.

ويعدُّ انحلالُ نواةِ الكربونِ−١٤ مثالاً على انحلالِ بيتّا، كما يظهرُ في **الشكل ٣**. خلالَ هذا النوعِ من الانحلالِ، يتفكَّكُ نيوترونُ إلى بروتونٍ وإلكترونٍ. لاحظْ أنَّ النواةَ تصبحُ نواةَ عُنصرٍ مُختلفٍ، وأنَّ العددَ الكُتليَّ والشحنةَ يُحفظانِ.

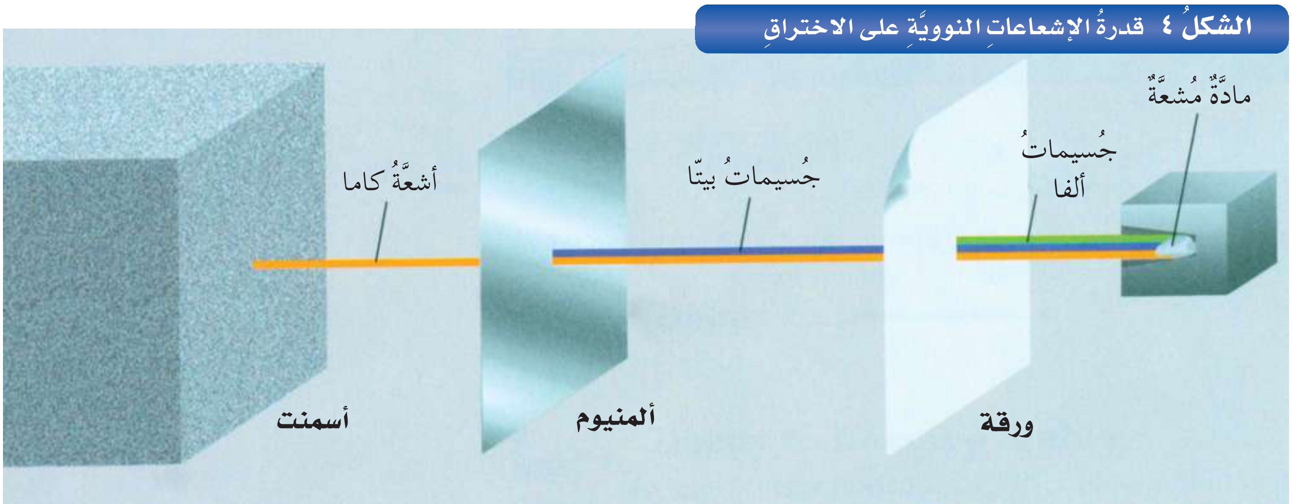
انحلالُ كاما

تُطلقُ طاقةٌ خلالَ انحلالِ ألفا وانحلالِ بيتّا. جزءٌ من هذه الطاقةِ يصدرُ على شكلِ ضوءٍ غيرِ مرئيٍّ له طاقةٌ مُرتفعةٌ كبيرةٌ. هذا الضوءُ يُسمّى **أشعَّةَ كاما**. ويُسمّى إطلاقُ أشعَّةِ كامّا من النواةِ **انحلالَ كاما**. يحدثُ هذا الانحلالُ عندَما تُغيِّرُ الجُسيماتُ في النواةِ مواقعَها. ليس لأشعَّةِ كاما كُتلةٌ ولا شُحنةٌ. وبالتالي، لا يتسبَّبُ انحلالُ كامّا وحدَهُ في تغييرِ نوعِ العُنصرِ وتحويلِه إلى عُنصرٍ مُختلفٍ.

قُدرةُ الإشعاعاتِ على الاختراقِ

لأنواعِ الإشعاعاتِ النوويَّةِ الثلاثةِ قُدُراتٌ مُختلفةٌ على اختراقِ لمادَّةٍ، أو على المرورِ عبرَها. يعودُ هذا الاختلافُ إلى اختلافِ كُتَلِها وشحناتِها، كما هو مبيَّنٌ في **الشكلِ ٤**.

الشكلُ ٤ قدرةُ الإشعاعاتِ النوويَّةِ على الاختراقِ



▲ **جُسيماتُ ألفا** لها شحنةٌ وكُتلةٌ أكبرُ ممّا لجُسيماتِ بيتّا وإشعاعاتِ كاما. يُمكنُ لجُسيماتِ ألفا أن تنتقلَ مسافةَ 7 cm في الهواءِ ويمكنُ أن توقفَها ملابسُ أو ورقةٌ.

▲ **جُسيماتُ بيتّا** لها شُحنةُ -1 أو شُحنةُ +1 وليسَ لها تقريبًا كُتلةٌ. لها قُدرةٌ على الاختراقِ أكبرُ من قدرةِ جُسيماتِ ألفا. يُمكنُ لجُسيماتِ بيتّا أن تنتقلَ مسافةَ 1 m تقريبًا في الهواءِ. لكن يُمكنُ أن توقفَها رقاقةُ ألمنيومٍ سمكُها 3 mm.

▲ **أشعَّةُ كاما** ليسَ لها شُحنةٌ ولا كُتلةٌ، وهي الأكثرُ قُدرةً على الاختراقِ. توقفُها الموادُّ ذاتُ الكثافةِ الكبيرةِ والسميكةُ كبضعةِ سنتيمتراتٍ من الرصاصِ أو بضعةِ أمتارٍ من الأسمنتِ.

تأثيراتُ الأشعَّةِ على المادَّةِ

يُمكنُ للذرّاتِ التي تصطدمُ بها الإشعاعاتُ النوويَّةُ أن تُطلقَ إلكترونات. وقد تتفكَّكُ الروابطُ الكيميائيَّةُ التي تربطُ بينَ الذرّاتِ عندَما تصطدمُ بها إشعاعاتٌ نوويَّةٌ. ويُمكنُ لهذَينِ التأثيرَيْنِ لدى حدوثِهما أن يُضِرّا بالمادَّةِ الحيَّةِ وغيرِ الحيَّةِ.

الإضرارُ بالمادَّةِ الحيَّةِ

عندَما يمتصُّ عضوٌ من الكائنِ الحيِّ أشعَّةً قد تتضرَّرُ خلاياهُ. ويُمكنُ للإشعاعاتِ أن تتسبَّبَ في حروقٍ كالحروقِ التي تَنتجُ عن لمسِ شيءٍ حارٍّ. والتعرُّضُ للإشعاعاتِ وحدَهُ يُمكنُ أن يؤدِّيَ إلى **مرضٍ إشعاعيٍّ**. من عوارضِ هذا المرضِ الوهنُ، وفقدانُ الشهيَّةِ، وسقوطُ الشعرِ. يُمكنُ أيضًا أن ينتجَ من ذلك تلفُ خلايا الدمِ، وقد يؤدِّي إلى الموتِ. إنَّ التعرُّضَ للإشعاعاتِ يزيدُ من مخاطرِ الإصابةِ بداءِ السرطانِ بسببِ الضررِ الذي يصيبُ الخلايا. يضعُ الأشخاصُ الذين يعملونَ بالقربِ من الموادِّ المُشعَّةِ شارةً فلميَّةً، انظرِ **الشكلَ ٥**. تكوِّنُ عادةُ الإشعاعاتِ صورةً على الفيلمِ لتُنذرَ الأشخاصَ بالخطرِ إذا كانَتْ مستوياتُ الإشعاعاتِ مرتفعةً جدًّا.



الشكلُ ٥ شارةٌ فلميَّةٌ يضعُها الذين يعملونَ على الطاقةِ النوويَّةِ، تعكسُ مستوى الإشعاعاتِ وخطورتِها.

تحقَّقْ

اذكرْ ثلاثةً من أعراضِ المرضِ الإشعاعيِّ.

الإضرارُ بالمادَّةِ غيرِ الحيَّةِ

يُمكنُ للإشعاعاتِ أن تُلحقَ الضررَ بالمادَّةِ غيرِ الحيَّةِ. فعندَما تفقدُ ذرّاتُ فلزٍّ إلكتروناتٍ يتآكلُ ذلك الفلزُّ. فالإشعاعاتُ قادرةٌ أن تخرِّبَ الهياكلَ الفلزّيّةَ للأبنيةِ، كالمعاملِ النوويَّةِ لإنتاجِ الطاقةِ. ويُمكنُ للمُستوياتِ المرتفعةِ للإشعاعاتِ الآتيةِ من الشمسِ أن تُلحقَ ضررًا بالمركباتِ الفضائيَّةِ.

ضررٌ على أعماقٍ مُختلفةٍ

تخترقُ أشعَّةُ كاما المادَّةَ بسهولةٍ، وهي الإشعاعُ الأشدُّ اختراقًا وضررًا للأنسجةِ الحيَّةِ. وتُسبِّبُ جُسيماتُ بيتّا ضررًا بالقُربِ من السطحِ، أمّا جُسيماتُ ألفا فتسبِّبُ ضررًا عندَ مستوى السطحِ.

معرفةُ العُمرِ بوساطةِ الانحلالِ

معرفةُ عُمرِ شيءٍ قديمٍ صعبةٌ، خصوصًا إذا كانَ عمرُ الشيءِ بضعةَ آلافٍ من السنين. وجدَ مُتسلِّقو جبالِ الألبِ الإيطاليَّةِ، عامَ ١٩٩١، بقايا رجلٍ جليديٍّ، تظهرُ صورتُهُ في **الشكل ٦**. وقدَّرَ العلماءُ أنَّ الوفاةَ وقعَتْ منذُ حوالَيْ ٥٣٠٠ سنةٍ! كيف تمكّنَ العُلماءُ من تقديرِ زمنِ الوفاةِ؟ انحلالُ الكربونِ المشعِّ كانَ هو المفتاحَ.

الكربونُ-14 في داخلِ جسمِكَ!

توجدُ ذرّاتُ الكربونِ في جميعِ الموادِّ الحيَّةِ. نسبةٌ مئويَّةٌ صغيرةٌ من هذه الذرّاتِ هي ذرّاتُ الكربونِ-١٤ المُشعِّ. خلالَ حياةِ الكائنِ الحيِّ تبقى النسبةُ المئويَّةُ للكربونِ-١٤ نفسُها، ولا تتغيَّرُ. أيُّ ذرّاتٍ تنحلُّ تستبدلُ بها ذرّاتٌ أخرى. تحصلُ النباتاتُ على الكربونِ من الغلافِ الجوّيِّ. وتحصلُ الحيواناتُ على الكربونِ من غذائِها. لكنْ عندَما يموتُ الكائنُ الحيُّ، يتوقَّفُ استبدالُ ذرّاتِ الكربونِ-١٤. وبمرورِ الزمنِ ينخفضُ مستوى الكربونِ-١٤ الذي في جسمِ الكائنِ بسببِ الانحلالِ الإشعاعيِّ.



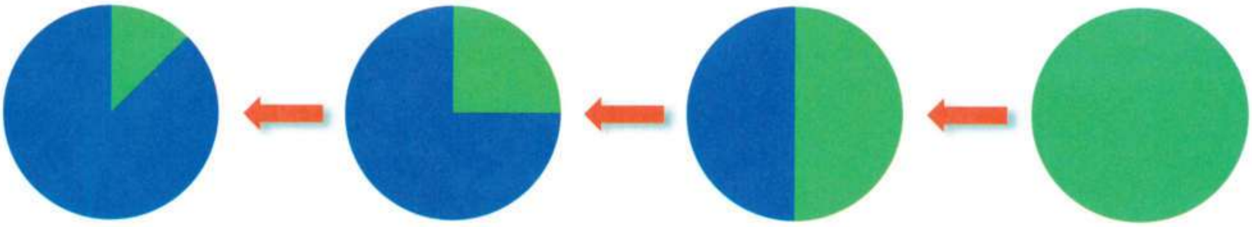
الشكلُ ٦ بقايا الرجلِ الجليديِّ وهو مومياءُ عمرُها حوالَيْ ٥٣٠٠ سنةٍ، هي أفضلُ بقايا محفوظةٍ لإنسانٍ منذ ذلكَ الزمنِ حتى الآنَ.

رابطُ علمِ البيئةِ

الرادونُ في المنزلِ

يتكوَّنُ الرادونُ-٢٢٢ المشعُّ نتيجةَ الانحلالِ الإشعاعيِّ لليورانيوم الموجودِ في التُّربةِ والصخورِ. الرادونُ غازٌ، لذلك يُمكنُهُ دخولُ الأبنيةِ عبر شقوقِ الجُدرانِ والأرضيّاتِ. قمْ ببحثٍ عن مخاطرِ الرادونِ. حدِّدِ الوسائلَ المُستخدمةَ للكشفِ عنه ولتفادي التعرُّضِ لمخاطرِهِ. اعرضْ في كتيِّبٍ ماتجدُهُ على شكلِ خدمةٍ إعلانيَّةٍ للناسِ.

الشكلُ ٧ الانحلالُ الإشعاعيُّ وعُمرُ النصف



تحتوي **العيِّنةُ الأصليَّة** على كمِّيَّةٍ مُعيَّنة من النظيرِ المُشعّ.

بعدَ **عُمرِ النصف**، ينحلُّ نصفُ العيِّنةِ الأصليَّة، والنصفُ الآخرُ لا يتغيَّر.

بعدَ **عُمرَي النصف**، يبقى رُبعُ العيِّنة الأصليَّةِ على حالِه.

بعدَ **ثلاثة أعمارِ النصف** يبقى ثُمنُ العيِّنة الأصليَّة على حالِه.

معدَّلُ انحلالٍ ثابت

وَجدَ العُلماءُ أنَّ كُلَّ ٥٧٣٠ سنةً ينحلُّ نصفُ الكربون-١٤ في عيِّنةٍ ما. إنَّ معدَّلَ الانحلالِ ثابتٌ. لا يتأثَّرُ هذا المعدَّلُ بعواملَ أُخرى كدرجةِ الحرارة أو الضغط. لكُلِّ نظيرٍ مُشعٍّ معدَّلُ انحلالٍ خاصٌّ بهِ يُسمَّى عُمرَ النصف. **عُمرُ النصف Half-life** هو مقدارُ الزمنِ اللازم لكي ينحلَّ نصفُ عددِ أنويةِ النظيرِ المُشعّ. **الشكلُ ٧** نموذجٌ لهَذه العمليَّة. يحتوي **الجدولُ ١** على بعضِ النظائرِ التي لها مدى واسعٌ من أعمارِ النصف.

عُمرُ النصف: الزمنُ اللازمُ لكي يخضعَ نصفُ عددِ الأنويةِ المُشعَّة لانحلالٍ إشعاعيٍّ.

تحقَّقْ

ما عمرُ النصفِ للكربون-١٤؟

تحديدُ العُمرِ

قاسَ العُلماءُ عددَ الانحلالاتِ في جسمِ رجُلِ الجليدِ في كُلِّ دقيقةٍ. فوجدوا أنَّ جزءًا أقلَّ بقليلٍ من نصفِ الكربون-١٤ في جسمِهِ قد تغيَّر. بتعبيرٍ آخر، نقولُ: إنَّ عمرَ رجلِ الجليدِ لم يصلْ بعدُ إلى عمرِ النصفِ للكربون-١٤ (٥٧٣٠ سنة).

يُمكنُ استخدامُ الكربون-١٤ لإيجادِ عُمرِ جسمٍ يبلغُ ٥٠٠٠٠ سنة. ولإيجادِ عُمرِ الأجسامِ الأقدمِ من ذلك يجبُ استخدامُ عناصرَ أخرى. مثلاً، عُمرُ النصفِ للبوتاسيوم-٤٠ يُساوي حوالي ١,٣ مليارِ سنة، وقد استُخدمَ لمعرفةِ عُمرِ أحافيرِ الديناصور.

الجدولُ ١ أمثلةٌ على أعمارِ النصف

النظيرُ	عمرُ النصف	النظيرُ	عمرُ النصف
اليورانيومُ-٢٣٨	٤,٥ ملياراتِ سنة	البولونيوم-٢١٠	١٣٨ يومًا
الأكسجين-٢١	٣,٤ ثوانٍ	النيتروجينُ-١٣	١٠ دقائق
الهيدروجين-٣	١٢,٣ سنة	الكالسيومُ-٣٦	٠,١ ثانية

وقْفَةٌ مع الرياضياتِ

ما عُمرُه؟

لم يتغيَّرْ رُبعُ الكمِّيَّةِ الأصليَّةِ للكربون-١٤ في قرنِ وعلٍ. كما هو مُبيَّنٌ في الشكل ٧، يكونُ قد مرَّ عُمرا النصف. لتحديدِ عُمرِ القرن، اضربْ عددَ أعمارِ النصفِ التي مرَّتْ في عُمرِ النصفِ للكربون-١٤. إنَّ عُمرَ قرنِ الوعلِ هو ضعفا عُمرِ النصفِ للكربون-١٤:

العُمرُ = ٥٧٣٠ × ٢ سنة

العُمرُ = ١١٤٦٠ سنة

حدِّدْ عُمرَ رمحٍ خشبيٍّ يحتوي على ثُمنِ كمِّيَّتِه الأصليَّةِ من الكربون-١٤.

استخداماتُ النشاطِ الإشعاعيِّ

تعلَّمْتَ كيف تستخدمُ النظائرَ المُشعَّةَ لتحديدِ عُمرِ الأجسامِ. لكنَّ النشاطَ الإشعاعيَّ يُستخدَمُ في ميادينَ عدَّةٍ ولأغراضٍ مختلفةٍ. إنَّ مكشافَ الدخانِ في منزلِكَ يحتوي على كميَّةٍ صغيرةٍ من مادَّةٍ مُشعَّةٍ، انظرِ **الشكلَ ٨**. يُمكنُ استخدامُ بعضِ النظائرِ كمتتبِّعاتٍ. **المتتبِّعاتُ** عناصرُ مُشعَّةٌ يُمكنُ اتِّباعُ مساراتِها عبرَ عمليَّةٍ أو تفاعلٍ.



الشكلُ ٨ مكشافُ الدخانِ.

تحقَّقْ

ما المتتبِّعُ؟

النشاطُ الإشعاعيُّ والعنايةُ بالصِّحةِ

يستخدمُ الأطبّاءُ المتتبِّعاتِ ليتمكَّنوا من تشخيصِ مُشكلاتٍ صحِّيةٍ. حيثُ يُعطى المريضُ أو يُحقنُ بمتتبِّعاتٍ مشعَّةٍ ذاتِ أعمارِ نصفٍ قصيرةٍ. ثمَّ يُستخدَمُ مكشافٌ لمُلاحقةِ المتتبِّعِ عندَما يتحرَّكُ في داخلِ جسمِ المريضِ. تُبيِّنُ الصورةُ في **الشكلِ ٩-أ** مثالاً على نتائجِ دراسةِ متتبِّعٍ. تستخدمُ أيضًا الموادُّ المُشعَّةُ لمعالجةِ بعضِ الأمراضِ، ومنها السرطانُ. كما تساهمُ الموادُّ المُشعَّةُ في تفادي المرضِ. مثلاً، تُعقَّمُ عدَّةُ موادَّ غذائيَّةٍ ومنتوجاتٍ صحِّيَّةٍ باستخدامِ الإشعاعِ.

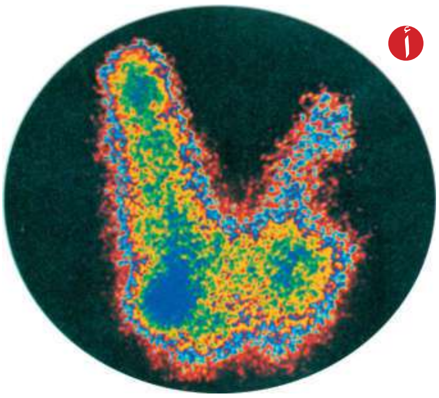
النشاطُ الإشعاعيُّ في الصناعةِ

تساهمُ النظائرُ المُشعَّةُ أيضًا في كشفِ عيوبٍ في المنشآتِ. مثلاً، تُستخدمُ الإشعاعاتُ في اختبارِ سمكِ صفائحِ الفلزِّ. يُبيِّنُ **الشكلُ ٩-ب** طريقةً أُخرى لاستخدامِ النظائرِ المُشعَّةِ في اختبارِ المنشآتِ.

زُوِّدَتْ بعضُ المسباراتِ الفضائيَّةِ بموادَّ مُشعَّةٍ كمصادرَ للطاقةِ، حيثُ إنَّ الطاقةَ الناتجةَ عن الانحلالِ النوويِّ تُحوَّلُ إلى طاقةٍ كهربائيَّةٍ لتشغيلِ المسبارِ.

الشكلُ ٩ استخدامُ النشاطِ الإشعاعيِّ في العنايةِ الصحيَّةِ وفي الصناعةِ

أ استُخدمَ اليودُ – ١٣١ المشعُّ للقيامِ بهذا المسحِ للغدَّةِ الدرقيَّةِ. تُبيِّنُ المنطقةُ الداكنةُ موقعَ ورمٍ.



ب تُستخدمُ المتتبِّعاتُ المشعَّةُ لإيجادِ نقاطِ الضعفِ في الموادِّ واكتشافِ التسرُّباتِ من الأنابيبِ. غالبًا ما يُستخدَمُ عدّادُ جيجر لكشفِ المتتبِّعِ.



مُراجعةُ القسمِ

ملخّص

- اكتشفَ بيكريلُ النشاطَ الإشعاعيَّ، وهو يُحاولُ دراسةَ الأشعَّةِ السينيَّة. النشاطُ الإشعاعيُّ هو العمليَّةُ التي تُصدرُ بها النواةُ أشعَّةً نوويَّةً.
- يتكوَّنُ جُسيمُ ألفا من بروتونَيْن ونيوترونَيْن. يُمكِنُ لجُسيم بيتّا أن يكونَ إلكترونًا أو بوزيترونًا. أشعَّةُ كاما شكلٌ من الضوءِ غيرِ المرئيِّ ذو طاقةٍ كبيرةٍ جدًّا.
- تخترقُ أشعَّةُ كاما المادَّةَ بصورةٍ أكبرَ بكثيرٍ من جُسيماتِ ألفا وبيتّا. تخترقُ جُسيماتُ بيتّا المادَّةَ بصورةٍ أكبرَ من جُسيماتِ ألفا.
- تلحقُ الأشعَّةُ النوويَّةُ ضررًا بالمادَّةِ الحيَّةِ وغيرِ الحيَّةِ.
- عُمرُ النصفِ هو الفترةُ الزمنيَّةُ التي يستغرقُها انحلالُ نصفِ عددِ أنويةِ النظيرِ المُشعِّ.
- من استخداماتِ الموادِّ المُشعَّةِ كشفُ عيوبٍ في الموادِّ، وتعقيمُ منتجاتٍ، وتشخيصُ أمراضٍ، وتوليدُ طاقةٍ كهربائيَّةٍ.

مراجعةُ المفرداتِ والمفاهيمِ

١. اكتبْ بأسلوبِكَ جملةً تعبِّرُ عن العلاقةِ بين مفهومَيِ النشاطِ الإشعاعيِّ وعمرِ النصفِ.

استيعابُ الأفكارِ الرئيسةِ

٢. أيٌّ من العباراتِ التاليةِ تصفُ التغيُّراتِ التي تطرأُ في انحلالٍ إشعاعيٍّ؟
أ. يُغيِّرُ انحلالُ ألفا العددَ الذرِّيَّ والعددَ الكتليَّ لنواةٍ ما.
ب. يُغيِّرُ انحلالُ جاما العددَ الذرِّيَّ وليسَ العددَ الكُتليَّ لنواةٍ ما.
ج. يُغيِّرُ انحلالُ جاما العددَ الكُتليَّ وليسَ العددَ الذرِّيَّ لنواةٍ ما.
د. يُغيِّرُ انحلالُ بيتّا العددَ الكُتليَّ وليسَ العددَ الذرِّيَّ لنواةٍ ما.

٣. صفِ التجربةَ التي أدَّتْ إلى اكتشافِ النشاطِ الإشعاعيِّ.

٤. أعطِ مثالَيْنِ على فائدةِ النشاطِ الإشعاعيِّ ومثالَيْنِ على ضررِه.

مهاراتُ رياضيّاتٍ

٥. تحتوي صخرةٌ على ربعِ كمِّيَّتِها الأصليَّةِ من البوتاسيوم –٤٠. عمرُ النصفِ للبوتاسيوم –٤٠ هو ١.٣ مليارُ سنةٍ. احسُبْ عُمرَ الصخرةِ.

٦. ما عددُ أعمارِ النصفِ التي مرَّت على عيِّنةٍ تحتوي على مادَّةٍ مشعَّةٍ تبلغُ $\frac{١}{١٦}$ من كمِّيَّتِها الأصليَّةِ؟

تفكيرٌ ناقدٌ

٧. **مُقارنة**: قارنِ القُدرةَ على الاختراقِ في الإشعاعاتِ النوويَّةِ التاليةِ: جُسيماتِ ألفا وجُسيماتِ بيتّا وإشعاعاتِ كاما.

٨. **استدلال**: لماذا لا يصلحُ اليورانيوم –٢٣٨ لتحديدِ عُمرِ رمحٍ يُظَنُّ أنَّهُ حوالي ٥٠٠٠ سنةٍ؟ برِّرْ إجابتَكَ.

تفسيرُ الأشكالِ التخطيطيَّةِ

٩. انظرْ إلى الشكلِ التالي. أيُّ نواةٍ لا يُمكنُها أن تخضعَ لانحلالِ ألفا؟ برِّرْ إجابتَكَ.

بريليوم -١٠



٦ نيوترونات
٤ بروتونات

هيدروجين -٣



نيوترونان
بروتون واحد

القسمُ
٢

إنتاجُ الطاقةِ من النواةِ

مؤشِّراتُ الأداءِ

- يصفُ الانشطارَ النوويّ.
- يُحدِّدُ فوائدَ ومضارَّ الانشطارِ النوويِّ.
- يصفُ الاندماجَ النوويَّ.
- يُحدِّدُ فوائدَ ومضارَّ الاندماجِ النوويِّ.

المُفرداتُ والمفاهيمُ

الانشطارُ النوويُّ
التفاعُلُ النوويُّ المُتسلسِلُ
الاندماجُ النوويُّ

استراتيجيَّةُ القراءةِ

مُنظِّمُ القراءةِ: خلالَ قراءتِكَ لهذا القسمِ ضعْ جدولاً يُقارنُ بينَ الانشطارِ النوويِّ والاندماجِ النوويِّ.

ربَّما طُلِبَ إليكَ وأنتَ صغيرٌ عدمُ اللعبِ بالنارِ. إنَّ النارَ بكُلِّ بساطةٍ لها فوائدُ ومضارٌّ.

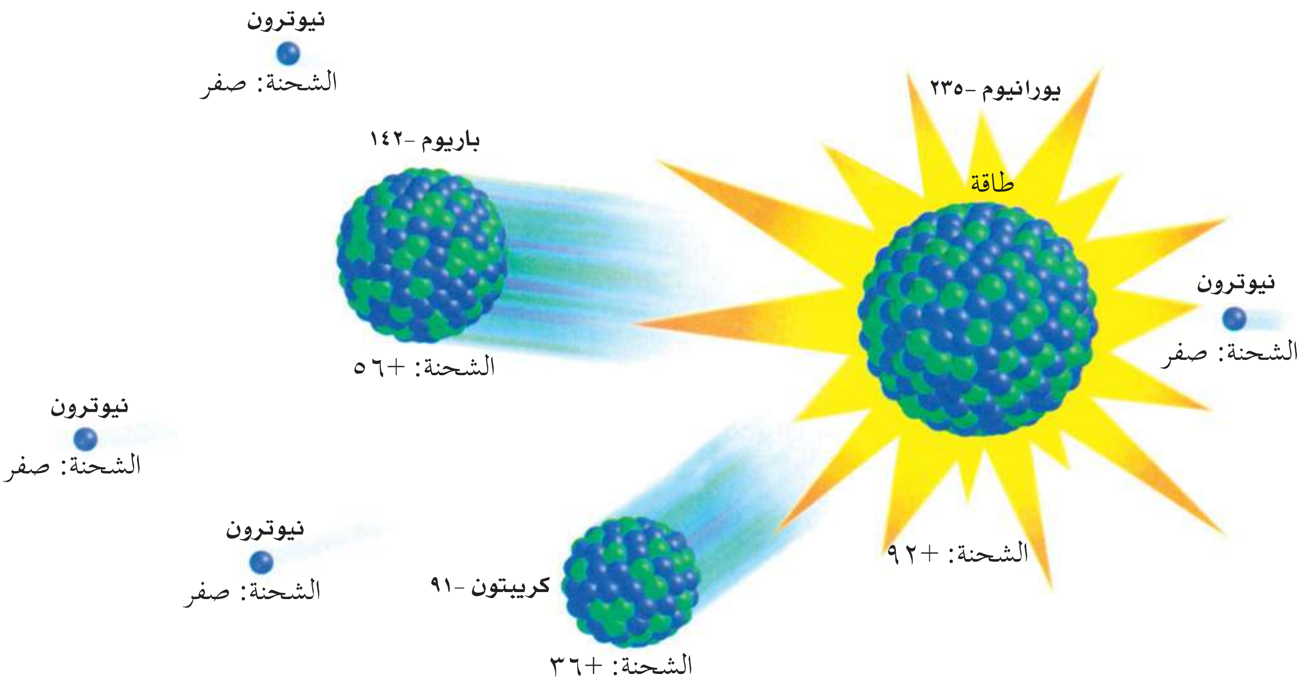
والحصولُ على الطاقةِ من نواةِ ذرَّةٍ هو أيضًا له فوائدُ ومضارٌّ. تتعلَّمُ في هذا القسمِ طريقتَينِ للحصولِ على طاقةٍ من النواةِ، هما الانشطارُ النوويُّ والاندماجُ النوويُّ. إنَّ إدراكَ فوائدِ الاندماجِ والانشطارِ ومضارِّهما أمرٌ مهمٌّ للأشخاصِ الذين سيتَّخذونَ قراراتٍ حولَ استخدامِ هذه الطاقةِ، وقد تكونُ أنتَ واحدًا منهم.

الانشطارُ النوويُّ

تنحلُّ أنويةُ بعضِ الذرّاتِ إلى نواتَينِ أصغرَ وأكثرَ استقرارًا. **الانشطارُ النوويُّ Nuclear fission** عمليَّةٌ تنقسمُ خلالَها نواةٌ كبيرةٌ إلى نواتينِ صغيرتَينِ وتنطلقُ طاقةٌ نتيجةَ تحوُّلِ جزءٍ من كتلةِ النواةِ الأصليَّةِ. يُمكنُ لأنويةِ بعضِ ذرّاتِ اليورانيوم، بالإضافةِ إلى أنويةِ ذرّاتٍ كبيرةٍ أخرى، أن تخضعَ بشكلٍ طبيعيٍّ لانشطارٍ نوويٍّ. يُمكنُ أيضًا إجبارُ ذرّاتٍ كبيرةٍ على الخضوعِ للانشطارِ، بقذفِها بنيوترونات، كما يظهرُ في النموذجِ في **الشكلِ ١**.

تحقَّقْ
ماذا يحدثُ لنواةٍ تخضعُ لانشطارٍ نوويٍّ؟

الشكلُ ١ انشطارُ نواةِ يورانيوم -٢٣٥



طاقةٌ من مادَّة

هل تعلمُ أنَّ المادَّةَ يُمكنُ تحويلُها إلى طاقة؟ هذا صحيحٌ! إذا استطعْتَ أن تعرفَ الكُتلةَ الكلّيَّةَ للنواتجِ في **الشكل ١** وتُقارنها بالكُتلةِ الكليَّةِ للمُتفاعلاتِ فستجدُ شيئًا غريبًا. الكُتلةُ الكليَّةُ للنواتجِ أقلُّ بقليلٍ من الكُتلةِ الكلّيَّةِ للمُتفاعلات. لماذا تختلفُ الكُتلُ؟ لقد تحوّلَ بعضٌ من المادَّةِ إلى طاقة.

كمِّيَّةُ الطاقةِ الصادرةُ عن انشطارِ نواةِ يورانيومَ واحدة كمِّيَّةٌ صغيرةٌ جدًّا. لكنَّ هذه الطاقةَ تصدرُ عن كمِّيَّةٍ صغيرةٍ من المادَّة. كمِّيَّةُ المادَّةِ التي تحوَّلَتْ إلى طاقةٍ هي فقط حوالَي خُمسِ كُتلةِ ذرَّةِ الهيدروجين، التي تُعدُّ أصغرَ ذرَّةٍ موجودة! انظرْ إلى **الشكل ٢**. إنَّ الانشطارَ النوويَّ لأنويةِ اليورانيومِ في قرصٍ واحدٍ من وقودِ اليورانيومِ يصدرُ كمِّيَّةً من الطاقةِ تعادلُ الطاقةَ الناتجةَ من احتراقِ حوالَيْ ١٠٠٠ كيلوكرام من الفحمِ الحجريِّ.



الشكلُ ٢ يُمكنُ لكُلِّ قُرصٍ من أقراصِ الوقودِ النوويِّ هذه أن يولِّدَ كمِّيَّةً كبيرةً من الطاقةِ بعمليَّةِ انشطارٍ نوويٍّ.

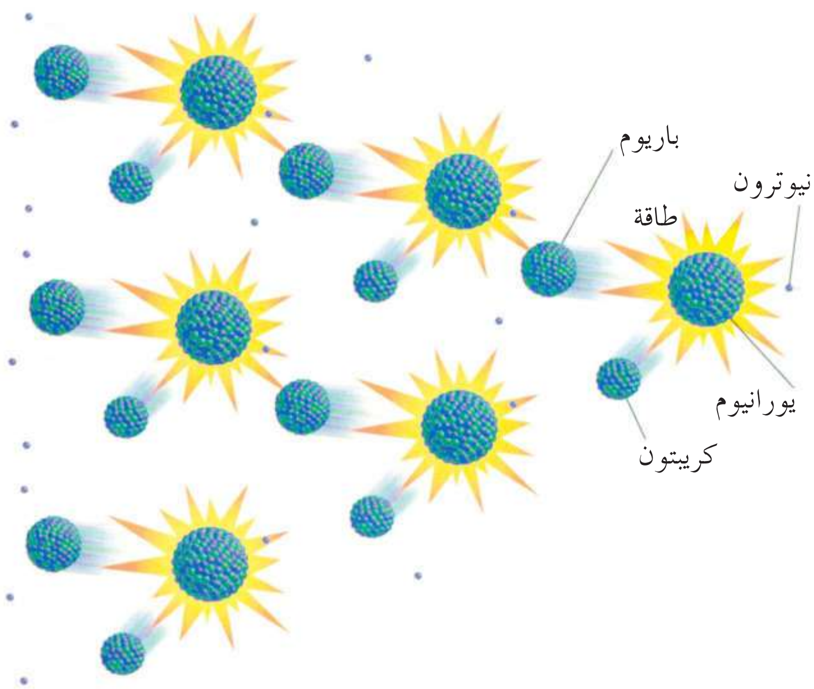
التفاعُلُ النوويُّ المتسلسلُ

انظرْ من جديدٍ إلى **الشكل ١**. افترضْ أنَّ نيوترونَيْن أو ثلاثةً شطرَتْ عددًا مماثلاً من أنويةِ اليورانيوم. عندَها ستُطلقُ طاقةٌ ومزيدٌ من النيوترونات. ثمَّ افترضْ أنَّ نيوترونَيْن أو النيوتروناتِ الثلاثةَ تشطرُ أنويةَ يورانيومَ أخرى، وهكذا... هذا المثالُ نوعٌ من **التفاعُلِ النوويِّ المُتسلسلِ** Nuclear chain reaction، وهو تفاعلُ انشطارٍ نوويٍّ يتوالى بشكلٍ مُستمرٍّ. يُبيِّنُ **الشكلُ ٣** نموذجًا لتفاعلٍ نوويٍّ متسلسلٍ غيرِ متحكَّمٍ به.

الانشطارُ النوويُّ: انقسامُ نواةِ ذرَّةٍ كبيرةٍ إلى نواتَيْنِ أو أكثرَ، ينتجُ منه نيوتروناتٌ إضافيَّةٌ وطاقةٌ.

التفاعُلُ النوويُّ المُتسلسلُ: تفاعُلاتُ انشطارٍ نوويٍّ مُتتاليةٌ ومتواصلةٌ.

الشكلُ ٣ تفاعُلٌ نوويٌّ مُتسلسِلٌ غيرُ مُتحكَّمٍ فيه



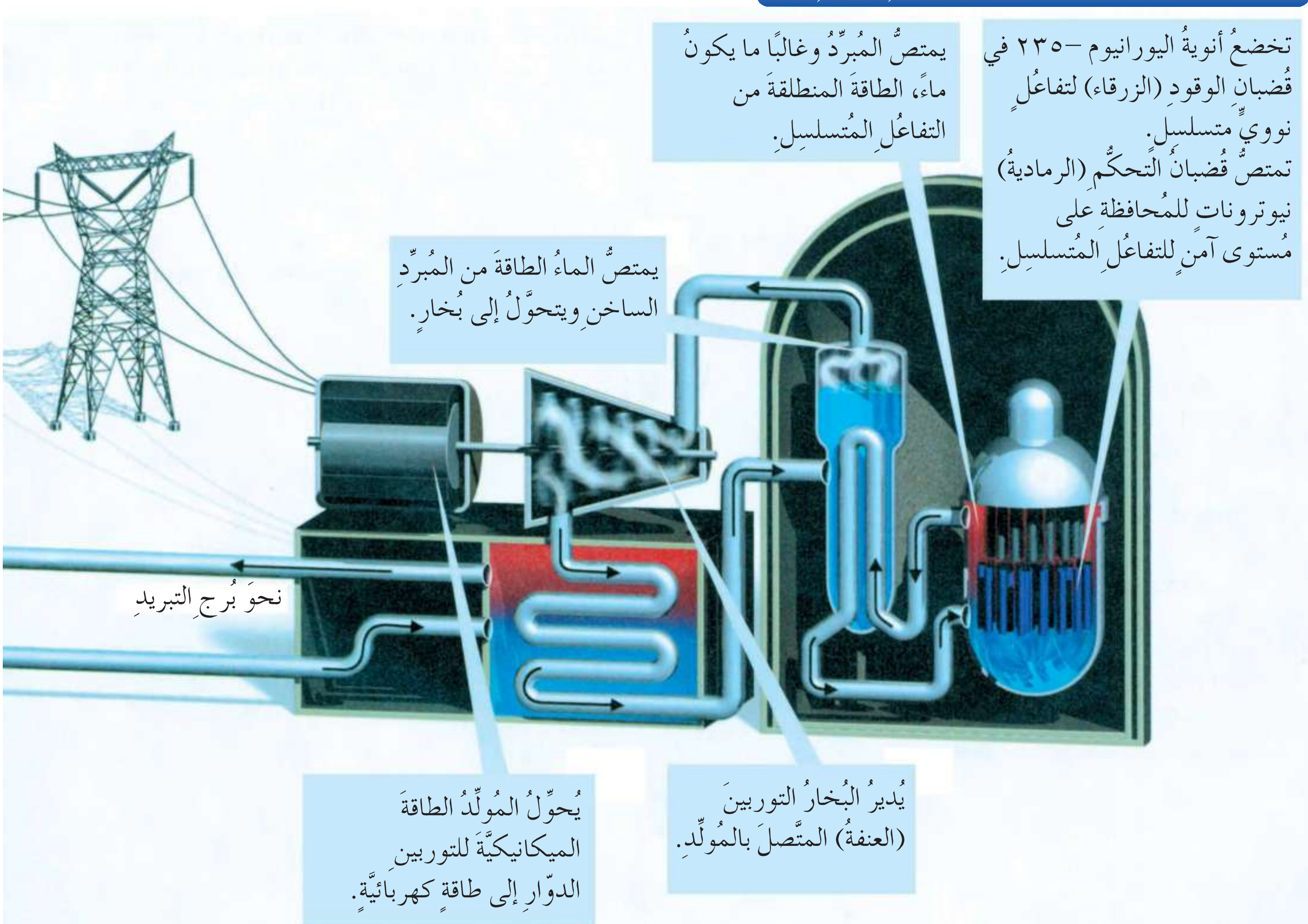
إنتاجُ طاقةٍ من تفاعلٍ مُتسلسلٍ

يُطلقُ تفاعلٌ مُتسلسلٌ غيرُ مُتحكَّمٍ به كمِّيَّةً هائلةً من الطاقةِ، وبسرعةٍ كبيرةٍ. مثلاً، تنتجُ الطاقةُ الهائلةُ للقنبلةِ الذرِّيَّة، من تفاعلٍ مُتسلسلٍ غيرِ مُتحكَّمٍ فيه. من جهةٍ أخرى، تَستخدمُ المحطَّةُ النوويَّةُ لتوليدِ الطاقةِ الكهربائيَّةِ تفاعُلاتٍ مُتسلسلةً مُتحكَّمًا بها. تُستخدمُ الطاقةُ المنطلقةُ عن أنويةِ وقودِ اليورانيوم داخلَ المحطَّةِ لتوليدِ الطاقةِ الكهربائيَّةِ. ويُبيِّنُ **الشكلُ ٤** كيف تعملُ محطَّةٌ نوويَّةٌ لتوليدِ الطاقةِ الكهربائيَّةِ. وفي مجالِ التوظيفِ السلميِّ للطاقةِ النوويَّةِ اتَّخذَت دولةُ الإماراتِ العربيَّةِ المتَّحدةِ في العامِ ٢٠٠٨ قرارًا يهدفُ إلى توظيفِ الطاقةِ النوويَّةِ في توليدِ الكهرباءِ.

فوائدُ الانشطارِ النوويِّ ومضارُّهُ

لكُلِّ شكلٍ من أشكالِ الطاقةِ فوائدُهُ ومضارُهُ. لكي تتَّخذَ قرارًا باستخدامِ أحدِ أشكالِ الطاقةِ، عليكَ أن تعرفَ الفوائدَ والمضارَّ. فمثلاً، حرقُ قطعةٍ خشبيَّةٍ لكي تتدفَّأَ في ليلةٍ باردةٍ مفيدٌ جدًّا. لكنَّ شرارةً من النارِ يُمكنُ أن تكونَ بدايةَ حريقٍ في غابةٍ. والانشطارُ النوويُّ كواحدٍ من مواردِ الطاقةِ له الكثيرُ من الفوائدِ والمضارِّ؛ لذا عليكَ أن تُفكِّرَ في فوائدِ الانشطارِ النوويِّ ومضارِّه.

الشكلُ ٤ كيف تعملُ محطَّةٌ نوويَّةٌ لتوليدِ الطاقةِ



الحوادث

ما يُقلقُ الكثيرَ من الناس حولَ الطاقة النوويّة هو توظيفُها في الحروب ضدَّ حياة البشر، كما استخدمَتْها الولاياتُ المتّحدةُ الأمريكيَّة ضدَّ اليابانِ عامَ 1945، وبالتحديد في مدينتَيْ هيروشيما وناجازاكي ممّا أدّى إلى فناء وإصابة مئات الآلاف من اليابانيّين وتدمير واسع للأنظمة البيئيَّة في تلك المناطق، انظر **الشكل ٥**. كما أنَّ وقوع الحوادث النوويَّة يشكّلُ مخاطرَ جمَّةً على حياة البشر، كحادث انفجار مفاعل تشيرنوبيل في أوكرانيا في ٢٦ أبريل ١٩٨٦ **الشكلُ ٦**؛ والذي أدّى إلى انتشارِ كمّيَّةٍ هائلة من وقود اليورانيوم المُشعّ والنفايات المُشعَّة في الغلافِ الجوّي فوقَ مُعظمِ أوروبا وآسيا وشمال أمريكا.



الشكلُ ٥ انفجارُ هيروشيما.

أيُّ نفايات؟

النُّفاياتِ النوويَّةُ منَ المواضيعِ المُلحَّةِ والمُهمَّة المُتعلِّقة بالطاقة النوويَّة. من هذه النُّفايات قضبانُ الوقود، والموادُّ الكيميائيَّة، المُستخدمتانِ في عمليَّة تجهيز اليورانيوم، وحتى أغطيةُ الأحذية والملابسُ الواقية التي يرتديها العاملون. لقد تمَّ استخدامُ الانشطار المُتحكَّم فيه منذ خمسين عاماً. لكنَّ النفايات ستبقى تُصدِرُ نسبةً عالية من الإشعاعات لآلاف السنين. لا يُمكنُ تغييرُ سرعة الانحلال النوويّ. لذلك يجبُ تخزينُ هذه النفايات إلى أن تصبحَ أقلَّ إشعاعاً. معظمُ قضبانِ الوقود مُخزَّنةٌ في أحواض هائلة من الماء. وبعضُ النُّفايات السائلة تُخزَّنُ في خزّاناتٍ تحتَ الأرض. مع ذلك، يستمرُّ العُلماءُ في البحث عن أفكارٍ أفضلَ لتخزينٍ طويلِ الأمدِ للنُّفايات النوويَّة.



الشكلُ ٦ خلالَ اختبارٍ في محطَّة تشرنوبيل للطاقةِ النوويَّة، توقَّفَ نظامُ طوارئِ الحماية عن العمل. سَخُنَ المفاعلُ أكثرَ ممّا ينبغي، فنتجَ من ذلك انفجارٌ.

الوَقودُ النوويُّ مُقابلَ الوَقودِ الأحفوريِّ

تفوقُ كلفةُ بناءِ المحطَّة النوويَّة إلى حدٍ بعيد كلفةَ بناء المحطّات الحراريَّة التي تستخدمُ الوَقودَ الأحفوري. لكنَّ تشغيلَ المحطّات النوويَّة أقلُّ كلفةً من تشغيلِ المحطّات التي تعملُ بالوقودِ الأحفوريّ، لأنَّها تحتاجُ إلى كمّيَّة وقودٍ أقلَّ بكثير. كما أنَّ المحطّات النوويَّةَ لا تُطلقُ في الهواء غازات كثاني أكسيدِ الكربون. إنَّ استخدامَ الانشطارِ النوويِّ يقلِّلُ من استهلاكِ الوقود الأحفوري ممّا يسمحُ بتزويدنا بهذا الوقود وقتاً أطول.

رابطُ فنون لغويّة

مواقعُ التخزين

المطلوبُ قانونيًّا من حكوماتِ الدولِ التي تستخدِمُ الطاقةَ النوويَّة أن تبنيَ مخازنَ للنُّفايات النوويَّة تحتَ الأرض. يجبُ تخزينُ النُّفايات لفترةٍ طويلةٍ جدًّا من الزمن بحيث لا يرشحُ منها أيُّ شيءٍ إلى البيئة. اكتبْ صفحةً تصفُ فيها خصائصَ الموقعِ الجيِّد لأمكنةِ التخزين هذه تحتَ الأرض.

مختبرٌ سريعٌ

تمثيلُ الانشطار

١. شكِّلْ كُرتَين من **ورقة دفتر**.

٢. قفْ ضمنَ مجموعةٍ من زملائكَ في الصفِّ. تأكَّدْ من بُعدِ الواحدِ عن الآخرِ حواليَّ ذراعٍ.

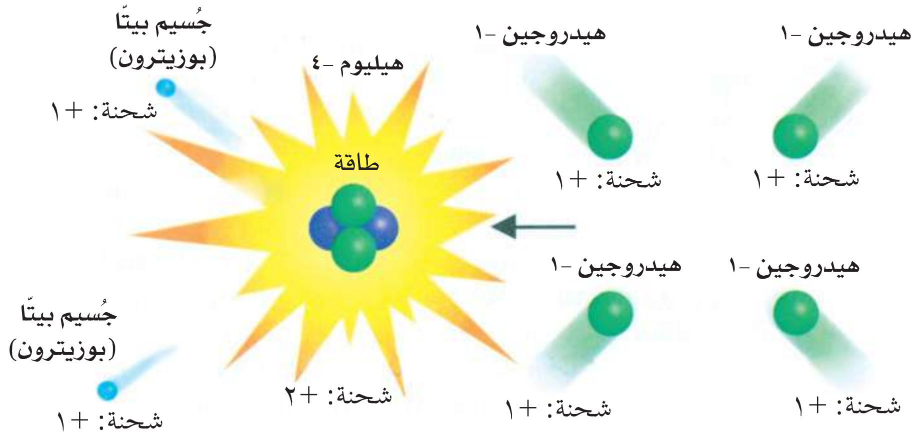
٣. سيقذفُ المُعلِّمُ بلطفٍ كُرةً من الورقِ نحو المجموعة. عندما تلمسُكَ الكُرةُ اقذفْ بلطفٍ كرتَيكَ الورقيَّتَين نحو المجموعة.

٤. بيِّنْ أنَّ هذا النشاطَ نموذجٌ لتفاعُلٍ مُتسلسِلٍ. تأكَّدْ من توضيحِكَ لما يُمثِّلُهُ الطلاّبُ وكراتُ الورقِ.

تحقَّقْ

ما الفائدتانِ الناتجتانِ من استخدامِ الانشطارِ النوويِّ لتوليدِ الطاقةِ الكهربائيَّة؟

الشكلُ ٧ الاندماجُ النوويُّ للهيدروجين



الاندماجُ النوويُّ

الاندماجُ النوويُّ تفاعلٌ نوويٌّ آخرُ تتحوَّلُ معه مادَّةٌ إلى طاقة. في **الاندماجِ النوويِّ** Nuclear fusion، تتَّحدُ أو تندمجُ نواتانِ أو أكثرُ ذاتُ كُتلٍ صغيرةٍ لتتكوَّنَ نواةٌ أكبرُ.

الاندماجُ النوويُّ: اتّحادُ أنويةِ ذرّاتٍ صغيرةٍ لتُشكّلَ نواةً أكبرَ وتطلقَ طاقةً.

الحاجةُ إلى البلازما

لكي يحدثَ الاندماجُ يجبُ التغلُّبُ على قوى التنافرِ بين الأنويةِ ذاتِ الشُّحناتِ الموجبةِ. يحتاجُ الاندماجُ إلى درجةِ حرارةٍ مرتفعةٍ جدًّا ـ أكثرَ من ١٠٠ ٠٠٠ ٠٠٠ درجةٍ سيليزيَّةٍ. عندَ درجةِ الحرارةِ هذه تكونُ المادَّةُ في حالةِ بلازما. البلازما هي حالةُ المادَّةِ عندما تكونُ بصورةِ غازاتٍ متأيِّنةٍ أي مزيجًا من الأيوناتِ والإلكتروناتِ. والمكانُ الوحيدُ حاليًّا الذي بإمكانِه توفيرُ الحرارةِ اللازمةِ للاندماجِ النوويِّ هو قلبُ الشمسِ حيث تندمجُ أنويةُ الهيدروجينِ لتكوِّنَ نواةَ الهيليوم، كما هو مُبيَّنٌ في **الشكلِ ٧**.

فوائدُ الاندماجِ النوويِّ ومضارُّه

لا يُمكنُ توليدُ الكهرباءِ المنزليَّةِ باستخدامِ الاندماجِ النوويِّ بسببِ الحاجةِ إلى كميَّةٍ هائلةٍ من الطاقةِ تلزمُ للمحافظةِ على حالةِ البلازما، تفوقُ ما يولِّدُه الاندماجُ. لكنَّ العُلماءَ يتوقَّعونَ أن يوفِّرَ الاندماجُ الطاقةَ الكهربائيَّةَ في المُستقبلِ، وربَّما خلالَ حياتِك.

عرضةٌ لحوادثَ أقلَّ

القلقُ من حادثةٍ كتلكَ التي وقعَتْ في تشرنوبيلَ هو أقلُّ بكثيرٍ في حالةِ مفاعلاتِ الاندماجِ النوويِّ. إذا حدثَ انفجارٌ للمفاعلِ، سيصدرُ القليلُ من الموادِّ المُشعَّةِ، لأنَّ نواتجَ تفاعُلِ الاندماجِ ليسَتْ مُشعَّةً. والهيدروجين-3 المُستخدمُ كوقودٍ في مفاعلاتِ الاندماجِ أقلُّ إشعاعًا بكثيرٍ من اليورانيومِ المُستخدمِ في مفاعلاتِ الانشطارِ.

رابط علم الفلكِ

عناصرُ في النجوم

ليسَ الهيدروجينُ الوقودَ الوحيدَ الذي تستخدِمُهُ النجومُ في الاندماجِ النوويِّ. قمْ ببحثٍ عن عناصرَ أخرى تُستخدَمُ كوقودِ اندماجٍ نوويٍّ، وابحثْ عن تفاعلاتِ الاندماجِ التي كوَّنَتْ هذه العناصرَ. قمْ بإعدادِ مُلصقٍ يُبيِّنُ ما تعلَّمتَه.

تحقَّق

صفْ عمليَّةَ الاندماجِ النوويِّ.

مُحيطاتٌ من الوَقودِ

يستخدمُ العُلماءُ الذينَ يدرسونَ الاندماجَ النوويَّ الهيدروجينَ-2 والهيدروجينَ-3، معَ أنّ الهيدروجينَ-١ هوَ أكثرُ توافرًا من هذينِ النظيرينِ. لكن يوجدُ ما يكفي من النظيرينِ الأوَّلينِ في المياهِ على سطحِ الأرضِ ليوفِّرَ الوقودَ لبضعةِ ملايينَ من السنينَ. وينطلقُ كذلكَ من تفاعلِ الاندماجِ طاقةٌ لكُلِّ جرامِ وقودٍ تفوقُ ما ينطلقُ من نفسِ الكتلةِ من تفاعُلاتِ الانشطارِ. هكذا إذن يحفظُ الاندماجُ النوويُّ مواردَ الطاقةِ التقليديَّةِ أكثرَ ممّا يحفظُهُ الانشطارُ، كما يظهرُ في **الشكلِ ٨**.



الشكلُ ٨ اندماجُ الهيدروجين-2 الموجودِ في 3.8 L من الماءِ يصدرُ كمّيّةً من الطاقةِ تعادلُ كمّيّةَ الطاقةِ المُنطلقةِ من احتراقِ 1140 L من الجازولين!

نُفاياتٌ أقلُّ

نواتجُ تفاعُلاتِ الاندماجِ ليستْ مُشعَّةً. لذلكَ كانَ الاندماجُ مصدرًا للطاقةِ «أنظفَ» من مصادرِ الانشطارِ. وما ينتجُهُ من نفاياتٍ مُشعَّةٍ أقلُّ بكثيرٍ ممّا ينتجُهُ الانشطارُ. لكنْ للحصولِ على فوائدِ الاندماجِ يحتاجُ العُلماءُ إلى المالِ لتمويلِ الأبحاثِ.

مُراجعةُ القسمِ

ملخَّص

- في الانشطارِ النوويِّ تنقسمُ النواةُ إلى نواتَيْنِ.
- في الاندماجِ النوويِّ، تتَّحدُ نواتانِ أو أكثرُ لتتكوَّنَ نواةٌ أكبرُ.
- يُستخدمُ الانشطارُ النوويُّ في محطّاتِ توليدِ الطاقةِ الكهربائيَّةِ.
- مخزونُ الوَقودِ النوويِّ الانشطاريِّ المحدودُ والنُّفاياتُ المُشعَّةُ الناتجةُ هما من مضارِّ الانشطارِ.
- لا يُمكنُ إلى الآنَ استخدامُ الاندماجِ النوويِّ كمصدرٍ للطاقةِ. لكنَّ وفرةَ الوَقودِ وقلَّةَ النُّفاياتِ هما من فوائدِ الاندماجِ.

مراجعةُ المفرداتِ والمفاهيمِ

١. ضعْ بينَ القوسيْنِ المُفردةَ أو المفهومَ المناسبَ لكُلٍّ من العبارتينِ التاليتينِ:

أ. خلالَهُ تتَّحدُ الأنويةُ الصغيرةُ. (_____)

ب. خلالَهُ تنشطرُ الأنويةُ الواحدةُ تلوَ الأخرى. (_____)

استيعابُ الأفكارِ الرئيسةِ

٢. أيٌّ ممّا يلي يعدُّ فائدةً للانشطارِ النوويِّ أكثرَ ممّا هو للوَقودِ الأحفوريِّ؟

أ. مصدرٌ غيرُ محدودٍ للوقودِ.

ب. نفاياتُهُ أقلُّ إشعاعًا.

ج. أقلُّ كلفةً في الأبنيةِ.

د. أقلُّ إصدارًا لثاني أكسيدِ الكربونِ.

٣. أيُّ نوعٍ من التفاعلاتِ النوويَّةِ يُستخدمُ في الوقتِ الراهنِ لتوليدِ الطاقةِ الكهربائيَّةِ؟ برِّرْ إجابتَكَ.

٤. أيُّ نوعٍ من التفاعلاتِ النوويَّةِ هو مصدرُ طاقةِ الشمسِ؟

٥. أيُّ جُسيمٍ يلزمُ لبدءِ حدوثِ التفاعُلِ النوويِّ المُتسلسِلِ؟

٦. ما الذي يتحوَّلُ إلى طاقةٍ في كُلٍّ من الانشطارِ والاندماجِ النوويَّينِ؟

مهاراتٌ رياضيّاتٌ

٧. تخيَّلْ أنَّ كُلَّ نواةِ يورانيومَ تنشطرُ وينطلقُ منها ثلاثةُ نيوترونات، وأنَّ كُلَّ نيوترونٍ يشطرُ نواةً أخرى. إذا كانَ الانشطارُ الأوَّلُ يحدثُ في المرحلةِ الأولى، فكمْ يكونُ عددُ الأنويةِ التي تنشطرُ في المرحلةِ الرابعةِ؟

تفكيرٌ ناقدٌ

٨. **مُقارنةٌ**: قارنْ بينَ الانشطارِ النوويِّ والاندماجِ النوويِّ.

٩. **تحليلُ العمليّاتِ**: أرضُ غرفةٍ مرصوفةٌ بأفخاخٍ للفئرانِ. وكُلُّ فخٍّ يحملُ كُرتَيْ طاولةٍ. تقعُ كرةُ طاولةٍ على أحدِ الأفخاخِ. فينفتحُ ويقذفُ الكُرتَينِ عاليًا في الهواءِ فتقعُ الكرتانِ على فخّينِ آخرينِ. أيُّ عمليَّةٍ نوويَّةٍ يُشكِّلُ ما يحدثُ هُنا نموذجًا لها؟ برِّرْ إجابتَكَ.



مُراجَعَةُ الْفَصلِ

مراجعةُ المُفرداتِ والمفاهيمِ

١. العباراتُ التاليةُ خطأ. استبدلْ ما تحتَّهُ خطٌّ للحصول على عبارةٍ صحيحة.

أ. يتضمَّنُ الاندماجُ النوويُّ انقساماً في النواةِ.

ب. خلالَ انحلالِ بيتّا ينحلُّ نصفُ العيِّنةِ المُشعَّة.

ج. يتضمَّنُ النشاطُ الإشعاعيُّ ترابطَ الأنويةِ.

استيعابُ الأفكارِ الرئيسةِ

اختيارٌ من مُتعدِّدٍ

٢. أيٌّ ممّا يلي يعدُّ استخداماً لموادَّ مُشعَّةٍ؟

أ. كشفُ الدخانِ.

ب. تحديدُ عيوبٍ في الموادِّ.

ج. توليدُ طاقةٍ كهربائيَّةٍ.

د. كلُّ ما ذُكرَ.

٣. أيُّ جُسيمٍ ممّا يلي يبدأُ تفاعلاً نوويّاً مُتسلسِلاً وينتُجُ هوَ من هذا التفاعلِ أيضًا؟

أ. البوزيترونُ. ج. جُسيمُ ألفا.

ب. النيوترونُ. د. جُسيمُ بيتّا.

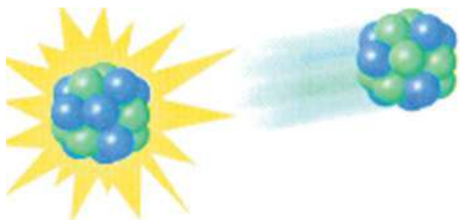
٤. أيُّ إشعاعٍ نوويٍّ يُمكنُ إيقافُهُ بورقةٍ؟

أ. جُسيماتُ ألفا.

ب. جُسيماتُ بيتّا.

ج. أشعّةُ كاما.

د. كلُّ ما ذُكرَ.



٥. عمرُ النِّصفِ لنظيرٍ مُشعٍّ شهرانِ. إذا ابتدأَ الاستخدامُ بـ 1 g من هذا النظيرِ، فكم جراماً يبقى منهُ بعد ستَّةِ أشهرٍ؟

أ. $\frac{١}{٢}$.

ب. $\frac{١}{٤}$.

ج. $\frac{١}{٨}$.

د. $\frac{١}{١٦}$

٦. النفاياتُ الناتجةُ من الانشطارِ النوويِّ:

أ. ليسَتْ ضارَّةً.

ب. آمنةٌ بعدَ ٢٠ سنةً.

ج. يُمكنُ تدميرُها بحرقِها.

د. تبقى مُشعَّةً لآلافِ السنينَ.

٧. أيٌّ من العبارتِ التاليةِ لا تنطبقُ على الاندماجِ النوويِّ؟

أ. يحدثُ الاندماجُ النوويُّ في الشمسِ.

ب. الاندماجُ النوويُّ هو اتّحادُ أنويةِ الذرّاتِ.

ج. يُستخدمُ الآنَ الاندماجُ النوويُّ في توليدِ الطاقةِ الكهربائيَّةِ.

د. يُستخدمُ الهيدروجينُ كوَقودٍ في الاندماجِ النوويِّ.

إجابةٌ قصيرةٌ

٨. ما الخطرانِ المُرتبطانِ بالانشطارِ النوويِّ؟

٩. ما المُشكلتانِ اللتانِ يجبُ حلُّهُما لكي يكونَ الاندماجُ النوويُّ مصدرًا للطاقةِ؟

١٠. علِّلْ: في الانشطارِ، كُتلةُ النواتجِ أقلُّ من كُتلةِ موادِّ البدايةِ.

مهاراتٌ رياضيّات

١١. استخدمَ عالِمٌ 10 g من الفوسفور-32 خلالَ اختبارٍ أجراهُ على نُموِّ النبات، لكنَّهُ نسيَ أن يُسجِّلَ التاريخ. عندَما أجرى قياساتِهِ بعدَ فترةٍ زمنيَّة، وجدَ أنَّ 2.5 g من الفوسفور-32 لا تزالُ موجودةً. إذا كانَ عُمرُ النصفِ للفوسفور-32 هو 14 يومًا، فكم يومًا يكونُ قد مضى على بدءِ التجربة؟

تفكيرٌ ناقدٌ

١٢. **خريطةُ المفاهيم:** وظِّفِ المفاهيمَ التاليةَ لوضعِ خريطةِ مفاهيمَ: الانحلالُ الإشعاعيُّ، جُسيمُ ألفا، جُسيمُ بيتا، أشعَّةُ جاما، الإشعاعُ النوويُّ.

١٣. **تعبيرٌ عن الرأي:** في مكشافِ الدخانِ يُستخدمُ غالبًا الأمريكيوم–٢٤٣ للكشفِ عن جُسيماتِ الدخانِ في الهواء. يخضعُ الأمريكيومُ–٢٤٣ لانحلالِ ألفا. هل تعتقدُ أنَّ وضعَ هذا النوعِ من المكاشيفِ في منزلِكَ آمنٌ إذا جرى استخدامُهُ بشكلٍ صحيح؟ وضِّحْ إجابتَكَ. (ملحوظة: فكِّرْ في قُدرةِ جُسيماتِ ألفا على الاختراقِ).



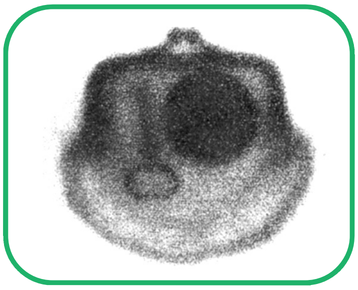
١٤. **تطبيقُ المفاهيم:** كيف يُمكنُ للإشعاعِ النوويِّ أن يتسبَّبَ في السرطان؟

١٥. **تحليلُ العمليّات:** وضِّحْ لماذا يُمكنُ أنْ توجدَ أنويةُ الكربونِ والأكسجين والحديدِ في النجوم.

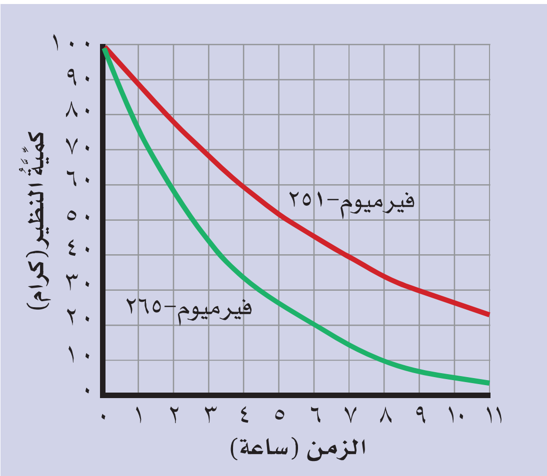
١٦. **استدلالٌ:** إذا استطعْتَ إيقافَ جميعِ الإشعاعاتِ من المصادرِ الواقعةِ خارجَ جسمِكَ فلماذا تبقى مُعرَّضًا لبعضِ الإشعاعات؟

تفسيرُ الأشكالِ التخطيطيَّة

١٧. تمَّ الحصولُ على الصورةِ التاليةِ بطريقةٍ مُشابهةٍ لطريقةِ بيكريل في تجربتِهِ الأصليَّة. ما الاستنتاجاتُ التي يُمكنُ الحصولُ عليها من هذه الصورةِ حولَ قُدرةِ الإشعاعاتِ على الاختراقِ؟



١٨. استخدمِ الرسمَ البيانيَّ التاليَ لتُجيبَ عن السؤالَيْنِ اللاحقَيْنِ.



أ. ما عُمرُ النصفِ للفيرميوم–٢٥٦؟

ب. ما عُمرُ النصفِ للفيرميوم–٢٥١؟

الوَحدةُ

ز

الضوء

تتعلَّمُ في هذا الفصل كيف تنتقلُ الطاقةُ الضوئيَّةُ، في موجاتٍ كهرومغناطيسيَّةٍ، وكيف تتفاعلُ هذه الموجاتُ مع المادَّةِ. يُبيِّنُ هذا الخطُّ الزمنيُّ أحداثًا وقعَتْ واكتشافاتٍ تمَّتْ على مدى التاريخ، حيثُ كانَ العلماءُ يتبصَّرونَ في طبيعةِ الضوءِ وظواهرِه، ليتعلَّموا المزيدَ عن الطاقةِ والموجاتِ.

١٠٠٠

قرابةَ هذا العام وضعَ العالِمُ العربيُّ الحسنُ بنُ الهيثم كتابَهُ «المناظر» الذي شرحَ فيه كيف تتمُّ الرؤيةُ، وأبطلَ النظريَّةَ اليونانيَّةَ، وعرضَ القوانينَ الأساسيَّةَ لانكسارِ الضوءِ وانعكاسِهِ.

١٨٦٦

اكتشفَ العالِمُ هنريك هيرتز موجاتِ الراديو. وتكريمًا له سُمِّيَتْ وحدةُ الترددِ باسمِهِ.

١٨٧٩

اخترعَ توماس أديسون المصباحَ الكهربائيَّ.

١٩٢٩

استخدمَ عالِمُ الفلكِ أدوين هابل ظاهرةَ دوبلر في حالةِ الضوءِ ليؤكِّدَ أنَّ الكونَ يتوسَّعُ.

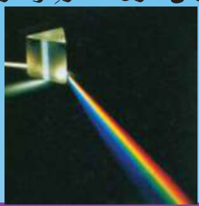
١٦٠٠

قرابةَ هذا العام حاولَ عالِمُ الفلكِ والفيزيائيُّ الإيطاليُّ غاليليو غاليليه أن يقيسَ سرعةَ الضوءِ. وكتبَ أنَّ الضوءَ سريعٌ على نحوٍ غيرِ عاديٍّ.



١٧٠٤

نشرَ العالِمُ إسحاقُ نيوتن كتابَهُ «البصريّات» الذي يحتوي على نظريّاتِ نيوتن حولَ الضوءِ واللونِ.



١٨٠١

قدَّمَ العالِمُ الإنكليزيُّ توماس يونغ أوَّلَ دليلٍ تجريبيٍّ على أنَّ الضوءَ يتصرَّفُ كموجةٍ.

١٨٩٥

- اكتشفَ العالِمُ ويلهلم رونتجن الأشعَّةَ السينيَّةَ. وفي العامِ ١٩٠١ حازَ جائزةَ نوبل للفيزياءِ، على اكتشافِهِ هذا.
- نجحَ المخترعُ الإيطاليُّ غاليالمو ماركوني في إيصالِ رسالةٍ بالراديو برموزِ المورس إلى مسافةِ ١٤٥ كم. فكانَ ذلك بدايةَ الاتّصالاتِ اللاسلكيَّةِ.

١٩٠٥

اعتبرَ العالِمُ ألبرت أينشتاين أنَّ الضوءَ يتصرَّفُ أحيانًا كجسيماتٍ.

١٩٦٠

عُرِضَ أوَّلُ جهازِ لايزر قادرٍ على العملِ.



١٩٧١

حازَ عالِمُ الفيزياءِ المجريُّ دنيس غابور جائزةَ نوبل للفيزياءِ على اختراعِهِ التصويرَ التجسيميَّ الذي هو طريقةٌ لتشكيلِ صورٍ ثلاثيَّةِ الأبعادِ.



الفصل

١٥ طبيعةُ الضوءِ



الفكرةُ الرئيسةُ

الضوءُ موجةٌ كهرومغناطيسيَّةٌ. يُمكنُ توقُّعُ تفاعلاتِ الموجاتِ الكهرومغناطيسيَّةِ.

القسم

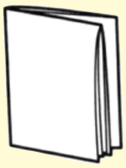
حولَ الصورةِ

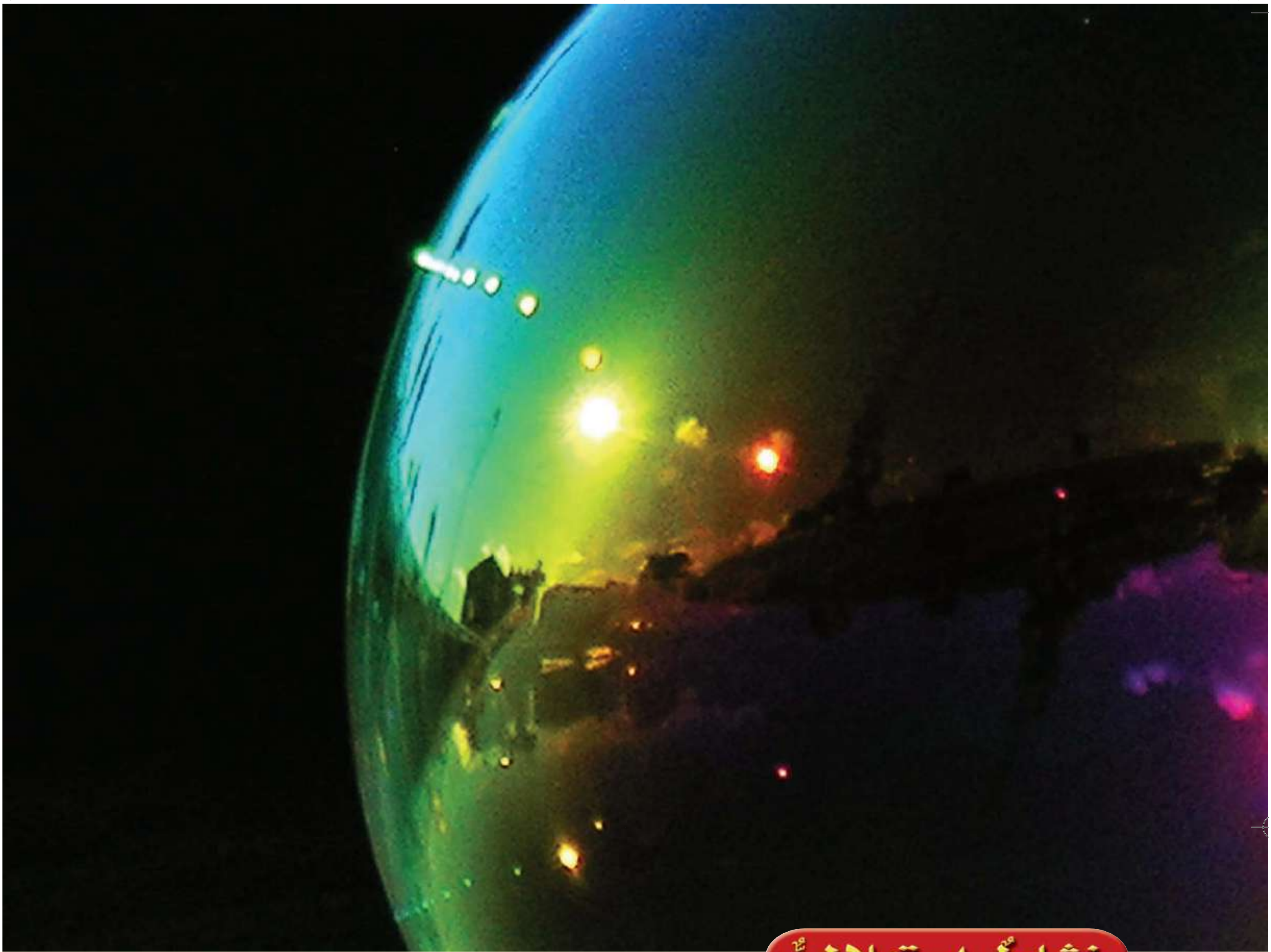
ما نوعُ تلكَ الكائناتِ الغريبةِ التي تعيشُ على هذا الكوكبِ؟ إنَّهُ ليسَ كوكبًا على الإطلاقِ. بل هو فقّاعةُ صابونٍ عاديَّةٌ! فالدوّاماتُ الملوَّنةُ والمتلألئةُ على هذه الفقّاعةِ ما هي إلاّ أضواءٌ منعكسةٌ ومنكسرةٌ.

نشاطٌ تمهيديٌّ

ملف الملاحظات

كتيِّب: قبلَ البدءِ بقراءةِ هذا الفصلِ قمْ بإعدادِ **الكتيِّبِ** الموصوفِ في قسمِ **مهاراتِ الدراسةِ** المُدرجِ في ملحقِ الكتابِ. عنونْ كلَّ صفحةٍ من الكتيِّبِ بفكرةٍ رئيسةٍ من الفصلِ. واكتبْ ما تتعلَّمُهُ عنها في الصفحةِ المناسبةِ من الكتيِّبِ.





نشاطٌ استهلاليٌّ

ألوانُ الضوءِ

هل الضوءُ الأبيضُ أبيضُ في الواقعِ؟ في هذا النشاطِ تستخدمُ مطيافًا لتجيبَ عن هذا السؤالِ.

الخُطواتُ

١. تحصلُ من المعلِّمِ على **مطيافٍ** أو تعليماتٍ لتصنعَ مطيافًا.

٢. أضئْ **مصباحًا متوهِّجًا**. انظرْ إلى المصباحِ من خلالِ المطيافِ. اكتبْ وصفًا لما تراهُ.

٣. كرِّرِ الخطوةَ 2 ناظرًا هذه المرَّةَ إلى **مصباحٍ فلوريسيٍّ**. صفْ أيضًا ما تراهُ.

التحليلُ

١. قارنْ بين ما رأيتَهُ عندَما استخدمْتَ المصباحَ المتوهِّجَ، وما رأيتَهُ عندَما استخدمْتَ المصباحَ الفلوريسيَّ.

٢. يُصدرُ كلا النوعَيْنِ من المصابيحِ ضوءًا أبيضَ. ماذا تعلَّمتَ عن الضوءِ الأبيضِ حين استخدمْتَ المطيافَ؟

٣. الضوءُ الصادرُ من لهبٍ يميلُ إلى الصفرةِ لكتَّةٌ مشابهةٌ للضوءِ الأبيضِ. ماذا تعتقدُ أنَّكَ سترى إذا استخدمْتَ مطيافًا لتنظرَ في الضوءِ الصادرِ من لهبٍ؟

القسمُ ١

ما الضوءُ؟ What is light?

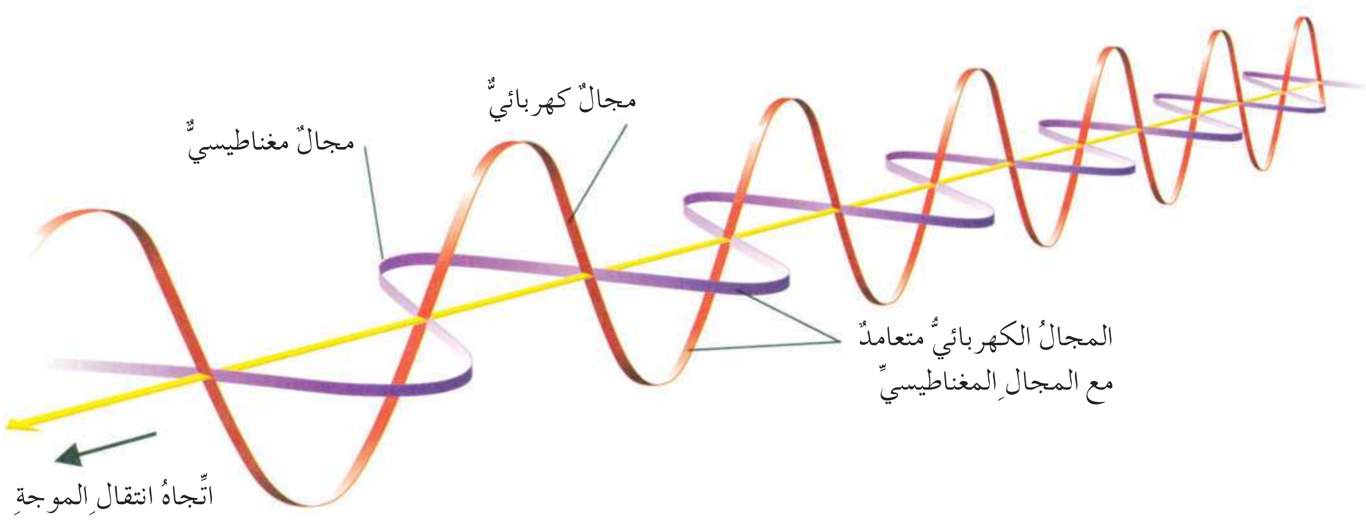
الضوءُ منتشرٌ في كلِّ مكانٍ، ويمكنُكَ أن تراه. يأتي الضوءُ من الشمسِ ومن مصادرَ أخرى كالمصابيحِ، مثلاً. لكنْ ما الضوءُ بالتحديدِ؟

لا يزالُ العلماءُ حتّى يومِنا هذا يدرسونَ الضوءَ لكي يتعلَّموا المزيدَ عنه. اكتُشِفتْ معلوماتٌ كثيرةٌ عن الضوءِ، وستتعرَّفونها لاحقًا. اقرؤوا تتوضَّحْ لكم جوانبُ كثيرةٌ عن الضوءِ!

الضوءُ: موجةٌ كهرومغناطيسيَّةٌ
Light: An electromagnetic wave

الضوءُ نوعٌ من الطاقةِ ينتقلُ على شكلِ موجاتٍ. لكنَّ الضوءَ يختلفُ عن أنواعِ الموجاتِ الأخرى. فأنواعُ الموجاتِ الأخرى، كالموجاتِ الصوتيَّةِ والموجاتِ المائيَّةِ، لا تنتقلُ إلاّ عبرَ مادَّةٍ. في حين أنَّ الضوءَ لا يحتاجُ إلى مادَّةٍ كي ينتقلَ عبرَها. فالضوءُ موجةٌ كهرومغناطيسيَّةٌ. **الموجةُ الكهرومغناطيسيَّةُ** Electromagnetic wave موجةٌ تنتقلُ عبرَ الفراغِ أو المادَّةِ، وهي مكوَّنةٌ من مجالٍ كهربائيٍّ ومجالٍ مغناطيسيٍّ مهتزَّين في اتِّجاهَيْنِ متعامدَيْنِ، وهما متعامدانِ معَ اتِّجاهِ انتقالِ الموجةِ، انظرِ **الشكلَ ١**.

الشكلُ ١ الموجاتُ الكهرومغناطيسيَّةُ مكوَّنةٌ من مجالٍ كهربائيٍّ ومجالٍ مغناطيسيٍّ مهتزَّيْن.



مؤشِّراتُ الأداءِ
- يصفُ الضوءَ على أنَّهُ موجةٌ كهرومغناطيسيَّةٌ.
- يحسبُ المسافاتِ التي يقطعُها الضوءُ مستخدمًا سرعةَ الضوءِ.
- يوضح أهمية الضوء الآتي من الشمس.

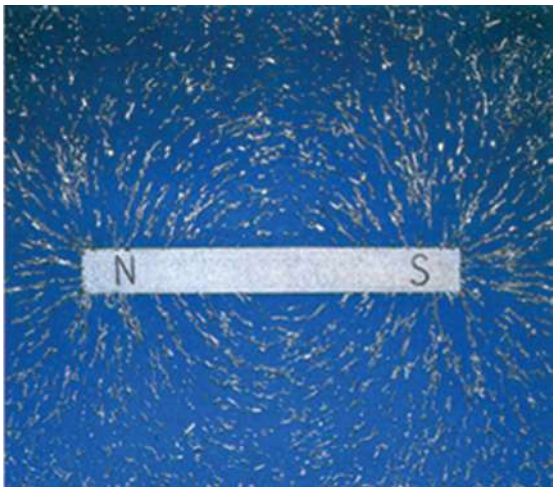
المُفرداتُ والمفاهيم
الموجةُ الكهرومغناطيسيَّةُ

الإشعاع

استراتيجيَّةُ القراءةِ
عصفٌ ذهنيٌّ: الفكرةُ الرئيسةُ في هذا القسمِ هي الضوءُ. قمْ بعصفٍ ذهنيٍّ تتناولُ فيه كلماتٍ وجملاً عن الضوءِ.

الموجةُ الكهرومغناطيسيَّةُ: موجةٌ مؤلَّفةٌ من مجالٍ كهربائيٍّ ومجالٍ مغناطيسيٍّ يهتزّانِ متعامدَيْنِ.





الشكلُ ٢ يرتفعُ الشعرُ على رأسِ الفتاةِ بفعلِ مجالٍ كهربائيٍّ. وتشكِّلُ برادةُ الحديدِ أقواسًا حولَ المغناطيسِ بفعلِ مجالٍ مغناطيسيٍّ.

المجالُ الكهربائيُّ والمجالُ المغناطيسيُّ
Electric and magnetic fields

الموجاتُ الكهرومغناطيسيَّةُ مجالاتٌ كهربائيَّةٌ ومغناطيسيَّةٌ مهتزَّةٌ. لكن ما المجالُ الكهربائيُّ؟ وما المجالُ المغناطيسيُّ؟ ينشأُ **مجالٌ كهربائيٌّ** من كلِّ جسمٍ ذي شحنةٍ كهربائيَّةٍ. يشدُّ هذا المجالُ الكهربائيُّ كلَّ جسمٍ ذي شحنةٍ معاكسةٍ في اتِّجاهِ الجسمِ الذي ينشأُ منه ذلك المجالُ، ويدفعُ كلَّ جسمٍ ذي شحنةٍ تماثلُ شحنتَه. بوسعكَ أن ترى تأثيرَ المجالاتِ الكهربائيَّةِ حيث ترى أشياءَ تتلاصقُ بفعلِ كهرباءَ ساكنةٍ، كما في **الشكل ٢**.

يحيطُ **مجالٌ مغناطيسيٌّ** بكلِّ مغناطيسٍ. وبسببِ مجالِهِ المغناطيسيِّ يشدُّ المغناطيسُ مشابكَ الورقِ وبرادةَ الحديدِ. تشعرُ بتأثيرِ المجالاتِ المغناطيسيَّةِ حينَ تقرِّبُ مغناطيسَيْنِ الواحدَ من الآخرِ. في **الشكل ٢** تشكِّلُ برادةُ الحديدِ أقواسًا حولَ المغناطيسِ لوجودِ المجالِ المغناطيسيِّ للمغناطيسِ.

كيف تنشأُ الموجاتُ الكهرومغناطيسيَّةُ؟
How em waves are produced

تنشأُ موجةٌ كهرومغناطيسيَّةٌ من اهتزازاتِ جسيمٍ ذي شحنةٍ كهربائيَّةٍ. حينَ يهتزُّ الجسيمُ يتغيَّرُ مجالُهُ الكهربائيُّ المحيطُ بهِ، فيتولَّدُ مجالٌ مغناطيسيٌّ متغيِّرٌ وتنتجُ موجةٌ كهرومغناطيسيَّةٌ. تنقلُ هذه الموجةُ طاقةً صادرةً من الجسيمِ المهتزِّ. ونقلُ الطاقةِ على شكلِ موجاتٍ كهرومغناطيسيَّةٍ يسمّى **الإشعاع** Radiation.

رابطٌ دراساتٍ اجتماعيَّةٍ

النموذجُ الجسيميُّ للضوءِ

الاعتقادُ بأنَّ الضوءَ موجاتٌ كهرومغناطيسيَّةٌ يفسِّرُ الكثيرَ من خصائصِ الضوءِ. لكنَّ بعضَ خصائصِ الضوءِ لا يُمكِنُ تفسيرُها إلاّ باستخدامِ النموذجِ الجسيميِّ للضوءِ. يُعدُّ الضوءُ في النموذجِ الجسيميِّ سيلاً من جسيماتٍ تسمّى *فوتونات*. ابحثْ في تاريخِ النموذجِ الجسيميِّ للضوءِ. اكتبْ ما تتعلَّمُهُ في صفحةٍ.

الإشعاع: نقلُ الطاقةِ على شكلِ موجاتٍ كهرومغناطيسيَّةٍ.

تحقَّقْ

أينَ توجدُ المجالاتُ الكهربائيَّةُ؟



الشكلُ ٣ يحدثُ البرقُ والرعدُ في اللحظةِ نفسِها. لكنَّكَ ترى البرقَ عادةً قبلَ أن تسمعَ الرعدَ، لأنَّ الضوءَ أسرعُ بكثيرٍ من الصوتِ.

سرعةُ الضوءِ The speed of light

لم يكتشفِ العلماءُ حتى الآن شيئًا أسرعَ من الضوءِ. تبلغُ سرعةُ الضوءِ في فراغِ الفضاءِ 300 000 km/s وينتقلُ الضوءُ بسرعةٍ أقلَّ في الهواءِ والزجاجِ وموادَّ أخرى. (تذكَّرْ أنَّ الموجاتِ الكهرومغناطيسيَّة، على الرغمِ من أنَّها لا تحتاجُ إلى مادَّةٍ لتنتقلَ عبرَها، فإنَّها تنتقلُ عبرَ موادَّ عدَّةٍ.)

صدِّقْ أو لا تصدِّقْ أنَّ الضوءَ أسرعُ من الصوتِ بـ ٨٨٠ ٠٠٠ مرَّةٍ! هذه الحقيقةُ تفسِّرُ الظاهرةَ الموصوفةَ في **الشكل ٣**. إذا استطعْتَ أنْ تجريَ بسرعةِ الضوءِ يصبحُ بإمكانِكَ أن تدورَ حولَ الأرضِ سبعَ مرّاتٍ ونصفَ المرَّةِ خلالَ ثانيةٍ واحدةٍ. ولكنَّكَ حتمًا ستتحوَّلُ إلى طاقةٍ في هذه الحالةِ.

تحقَّقْ

قارنْ بينَ سرعةِ الضوءِ وسرعةِ الصوتِ.

وقفةٌ معَ الرياضيّاتِ

كم الضوءُ سريعٌ؟

المسافةُ بينَ الأرضِ والشمسِ 150 000 000 km. احسبِ الزمنَ اللازمَ لكي يقطعَ الضوءُ هذه المسافةَ.

١. اكتبْ معادلةَ السرعةِ.

$$\text{السرعةُ} = \frac{\text{المسافةُ}}{\text{الزمنُ}}$$

٢. أعدْ ترتيبَ المعادلةِ بضربِ طرفَيها في الزمنِ وقسمتِها على السرعةِ.

$$\text{الزمنُ} = \frac{\text{المسافةُ}}{\text{السرعةُ}}$$

٣. عوِّضِ المسافةَ والسرعةَ بقيمتيهما، المعطاتَيْنِ في المسألةِ، ثم احسبْ.

$$\text{الزمنُ} = \frac{150\ 000\ 000\ \text{km}}{300\ 000\ \text{km/s}}$$

$$\text{الزمنُ} = 500\ \text{S}$$

= 8.3 دقائقَ

طبِّقْ

١. المسافةُ بينَ كوكبِ الزهرةِ والشمسِ 108 000 000 km. احسبِ الزمنَ الذي يستغرقُه الضوءُ ليقطعَ هذه المسافةَ.

ملخَّص

- الضوءُ موجةٌ كهرومغناطيسيَّةٌ. الموجةُ الكهرومغناطيسيَّةُ موجةٌ مكوَّنةٌ من مجالٍ كهربائيٍّ ومجالٍ مغناطيسيٍّ مهتزَّين.
- يمكنُ أن تنشأَ موجاتٌ كهرومغناطيسيَّةٌ من اهتزازِ جسيماتٍ ذاتِ شحنةٍ كهربائيَّةٍ.
- تبلغُ سرعةُ الضوءِ في الفراغِ 300 000 000 m/s تقريبًا.

مراجعةُ المفرداتِ والمفاهيم

١. اكتبْ بأسلوبِكَ جملةً تعبِّرُ عن العلاقةِ بين مفهومَيِ **الموجةِ الكهرومغناطيسيَّةِ** و**الإشعاعِ**.

استيعابُ الأفكارِ الرئيسةِ

٢. تختلفُ الموجاتُ الكهرومغناطيسيَّةُ عن أنواعِ الموجاتِ الأخرى لأن بإمكانِها الانتقالَ عبرَ:
أ. الهواءِ.
ب. الزجاجِ.
ج. الفراغِ.
د. الفولاذِ.

٣. ما علاقةُ الضوءِ بالموجاتِ الكهرومغناطيسيَّةِ؟

٤. كيف يمكنُ إنتاجُ موجاتٍ كهرومغناطيسيَّةٍ؟

مهاراتٌ رياضيّاتٌ

٥. المسافةُ بين الشمسِ وكوكبِ المشتري 778 000 000 km. ما الزمنُ الذي يستغرقُهُ وصولُ ضوءِ الشمسِ إلى المشتري؟

تفكيرٌ ناقدٌ

٦. **استدلالٌ**: لماذا من المهمِّ أن تكونَ الموجاتُ الكهرومغناطيسيَّةُ قادرةً على الانتقالِ في الفراغِ؟

٧. **مقارنةٌ**: قارنْ بين مقدارِ الطاقةِ التي تنتجُها الشمسُ ومقدارِ الطاقةِ التي تصلُ منها إلى الأرضِ.

٨. **تطبيقُ المفاهيمِ**: علِّلْ: الطاقةُ الناتجةُ عن احتراقِ قطعةٍ من الخشبِ في موقدٍ هي طاقةٌ آتيةٌ من الشمسِ.

القسمُ
٢

مؤشّراتُ الأداءِ

- يحدّدُ أوجهَ الاختلافِ بينَ الموجاتِ الكهرومغناطيسيَّةِ.
- يصفُ استخداماتٍ لموجاتِ الراديو وموجاتِ الميكروويف.
- يعطي أمثلةً على أهمّيةِ الأشعّةِ تحتَ الحمراءِ والضوءِ المرئيِّ في حياتِهِ اليوميَّةِ.
- يوضّحُ كيف تكونُ الأشعّةُ فوقَ البنفسجيَّةِ، والأشعَّةُ السينيَّةُ، وأشعَّةُ جاما مفيدةً وضارَّةً.

المُفرداتُ والمفاهيمُ

الطيفُ الكهرومغناطيسيُّ

استراتيجيَّةُ القراءةِ

مساعدٌ للتذكّر: خلالَ قراءتِكَ لهذا القسمِ ابحثْ عن وسيلةٍ تساعدُكَ على تذكّرِ أنواعِ الموجاتِ الكهرومغناطيسيَّةِ.

الطيفُ الكهرومغناطيسيُّ

The electromagnetic spectrum

حينَ تنظرُ حولَكَ ترى الأشياءَ التي تعكسُ الضوءَ إلى عينَيْكَ. لكنَّ النحلةَ ترى الأشياءَ نفسَها بشكلٍ مختلفٍ. فالنحلاتُ ترى نوعًا من الضوءِ يُسمّى **الضوءَ فوقَ البنفسجيِّ**، وأنتَ لا يُمكنُكَ أن تراهُ!

أليسَ غريبًا أن نسمِّيَ شيئًا لا نراهُ ضوءًا؟ الضوءُ الذي ألِفْتَهُ يُسمّى **الضوءَ المرئيَّ**. والضوءُ فوقَ البنفسجيِّ يشبهُ الضوءَ المرئيَّ، فكلاهُما نوعٌ من الموجاتِ الكهرومغناطيسيَّةِ. في هذا القسمِ تتعلّمُ عن أنواعٍ عدَّةٍ من الموجاتِ الكهرومغناطيسيَّةِ، منها الأشعّةُ السينيَّةُ وموجاتُ الراديو وموجاتُ الميكروويف.

خصائصُ الموجاتِ الكهرومغناطيسيَّةِ

كلُّ الموجاتِ الكهرومغناطيسيَّةِ تنتقلُ في الفراغِ بالسرعةِ نفسِها، أي بسرعةِ 300 000 km/s. هل هذا ممكنٌ؟ رأينا من قبلُ علاقةَ سرعةِ الموجةِ بطولِها الموجيِّ وبتردُّدِها، وهي التالية:

سرعةُ الموجةِ = الطولَ الموجيَّ x التردُّدِ

وهكذا فإنَّ الموجاتِ الكهرومغناطيسيَّةَ ذاتَ الأطوالِ الموجيَّةِ المختلفةِ تنتقلُ بالسُّرعةِ نفسِها ما دامَتْ تردُّداتُها مختلفةً. يسمّى المدى الكاملُ للموجاتِ الكهرومغناطيسيَّةِ **الطيفَ الكهرومغناطيسيَّ Electromagnetic spectrum** المبيَّنَ في **الشكل ١**. الطيفُ الكهرومغناطيسيُّ مقسَّمٌ إلى نطاقاتٍ بحسبِ الطولِ الموجيِّ للموجاتِ. لا توجدُ حدودٌ واضحةٌ وقاطعةٌ بينَ نوعٍ من الموجاتِ والنوعِ الذي يليهِ، بل قد يتداخلُ مدى نوعٍ من الموجاتِ مع مدى نوعٍ آخرَ في بعضِ النطاقاتِ.

تحقّقْ

كيف تُحدَّدُ سرعةُ موجةٍ؟

الشكلُ ١ الطيفُ الكهرومغناطيسيُّ

الطيفُ الكهرومغناطيسيُّ مرتَّبٌ من الطولِ الموجيِّ الأطولِ إلى الأقصرِ، أو من التردُّدِ المنخفضِ إلى التردُّدِ العالي.



موجاتُ الراديو

كلُّ محطّاتِ الإذاعةِ والتلفزيونِ تبثُّ موجاتِ راديو.



موجاتُ الميكروويف

موجاتُ الميكروويف، بالرغمِ من اسمِها، ليسَتْ أقصرَ الموجاتِ الكهرومغناطيسيَّةِ.



الأشعَّةُ تحتَ الحمراءِ

«تحتَ الحمراءِ» يعني أنَّ تردُّدَها أدنى مباشرةً من تردُّدِ الضوءِ الأحمرِ. (طولها الموجي أطول)



موجاتُ الراديو Radio Waves

تغطّي موجاتُ الراديو مدًى واسعًا من الموجاتِ في الطيفِ الكهرومغناطيسيِّ. تشتملُ موجاتُ الراديو على الموجاتِ الكهرومغناطيسيَّةِ ذاتِ الطولِ الموجيِّ الأطولِ، أو ذاتِ الترددِّ الأقلِّ، من بين جميعِ الموجاتِ الكهرومغناطيسيَّة. موجاتُ الراديو هي، في الواقعِ، كلُّ موجةٍ كهرومغناطيسيَّةٍ لها طولٌ موجيٌّ أكبرُ من 30 cm. تُستخدَمُ موجاتُ الراديو في بثِّ إشاراتِ الراديو والإشاراتِ التلفزيونيَّةِ.

بثُّ إشاراتِ الراديو

يُبيِّنُ **الشكلُ ٢** كيف تُبثُّ إشاراتُ الراديو. تُحوِّلُ المحطّاتُ الإذاعيَّةُ المعلومةَ الصوتيَّةَ إلى موجاتِ راديو بتغييرِ سَعةِ الموجاتِ أو تردُّدِها. يُسمّى تغييرُ السَّعةِ أو التردُّدِ التضمينَ. من المحتمل أنَّكَ تعرفُ وجودَ موجاتِ راديو AM وموجاتِ راديو FM. فالاختصارُ AM يدلُّ على تضمينِ السَّعةِ والاختصارُ FM يدلُّ على تضمينِ التردُّدِ.



الشكلُ ٢ لا يُمكنُ سماعُ موجاتِ الراديو، لكنَّها تنقلُ طاقةً تُحوَّلُ إلى صوتٍ.

الطيفُ الكهرومغناطيسيُّ: المدى الكاملُ للموجاتِ الكهرومغناطيسيَّةِ بجميعِ تردُّداتِها أو أطوالِها الموجيَّةِ.

مقارنةٌ بين موجاتِ الراديو AM و FM
Comparing AM and FM radio waves

تختلفُ موجاتُ الراديو AM عن موجاتِ الراديو FM. فموجاتُ الراديو AM مثلاً لها طولٌ موجيٌّ أكبرُ من الطولِ الموجيِّ لموجاتِ الراديو FM. ويمكنُ إرسالُ موجاتِ AM لأماكنَ أبعدَ من موجاتِ FM، لأنَّ موجاتِ AM يمكنُها أنْ تنعكسَ عن الغلافِ الجويِّ. لكنَّ موجاتِ الراديو FM أقلُّ تأثُّرًا بالتشويشِ من موجاتِ الراديو AM. لذلك يكونُ الصوتُ الذي تبثُّهُ محطّاتُ FM أفضلَ من الذي تبثُّهُ محطّاتُ AM.



موجاتُ الراديو والتلفزيون Radio and television waves

مُعظمُ محطّاتِ التلفزيون تبثُّ موجاتِ راديو ذاتَ طولٍ موجيٍّ أقصرَ أو ذاتَ تردُّدٍ أعلى من تلكَ التي تبثُّها محطّاتُ الإذاعةِ. تُبثُّ الإشاراتُ التلفزيونيَّةُ، كإشاراتِ الراديو، باستخدامِ تضمينِ السَّعةِ وتضمينِ التردُّدِ. تَستخدِمُ محطّاتُ التلفزيون تضمينَ التردُّدِ لتنقلَ الصوتَ، وتضمينَ السَّعةِ لتنقلَ الصورَ.

يصلُ إرسالُ القنواتِ الفضائيَّةِ من خلالِ بثِّ الموجاتِ الحاملةِ للإشاراتِ التلفزيونيَّةِ إلى أقمارٍ صناعيَّةٍ تدورُ حولَ الأرضِ. تُضخَّمُ هذه الموجاتُ ويُعادُ إرسالُها إلى لواقطَ على الأرضِ، ثمَّ تصلُ عبرَ الكوابلِ إلى المنازلِ.

موجاتُ الميكروويف Microwaves

موجاتُ الميكروويف لها طولٌ موجيٌّ أقصرُ وتردُّدٌ أعلى ممّا لموجاتِ الراديو. يتراوحُ الطولُ الموجيُّ لموجاتِ الميكروويف بينَ 1 mm و 30 cm. تُستخدمُ موجاتُ الميكروويفِ في فرنِ الميكروويفِ، الذي يظهرُ في **الشكلِ ٣**.

موجاتُ الميكروويفِ والاتِّصالاتُ Microwaves and communication

تُستخدَمُ موجاتُ الميكروويفِ كموجاتِ الراديو، لإرسالِ معلوماتٍ إلى مسافاتٍ طويلةٍ. الهواتفُ الجوّالةُ مثلاً، ترسلُ إشاراتٍ أو تستقبلُ إشاراتٍ باستخدامِ موجاتِ الميكروويف. كما أنَّ الإشاراتِ التي تُرسَلُ من الأرضِ إلى الأقمارِ الصناعيَّةِ الموجودةِ في الفضاءِ، تحملُها موجاتُ ميكروويف.

تحقَّقْ

أيُّ موجاتٍ كهرومغناطيسيَّةٍ تنقلُ الإشاراتِ التلفزيونيَّةَ؟

الشكلُ ٣ كيفَ يعملُ فرنُ الميكروويف



أ يُنتِجُ جهازٌ يسمّى المغنطرونَ (Magnetron) موجاتِ الميكروويفِ عبرَ تسريعِ جُسيماتٍ ذاتِ شحناتٍ كهربائيَّةٍ.

ب تنعكسُ موجاتُ الميكروويفِ على مروحةٍ فلزِّيَّةٍ في اتِّجاهِ حجرةِ الطهوِ.

ج يُمكنُ لموجاتِ الميكروويفِ أن تدخلَ مسافةَ عدَّةِ سنتيمتراتٍ في موادِّ الطعامِ.

د تجعلُ طاقةُ موجاتِ الميكروويفِ جزيئاتِ الماءِ في الطعامِ تهتزُّ. يؤدِّي اهتزازُ جُزيئاتِ الماءِ إلى ارتفاعِ درجةِ حرارةِ الطعامِ.



الرادار Radar

تُستخدمُ موجاتُ الميكروويف في الرادارِ أيضًا. يُستخدمُ الرادارُ لكشفِ مواقعِ الأجسامِ وسرعاتِها، كما في **الشكل ٤**. يرسلُ الرادارُ موجاتِ ميكروويف، فتنعكسُ على السيّارةِ وتعودُ إلى جهازِ الرادارِ. وبمقارنةِ الموجاتِ المرسلةِ معَ الموجاتِ المنعكسةِ يتمُّ حسابُ سرعةِ السيّارةِ. ويُستخدمُ الرادارُ أيضًا لمراقبةِ حركةِ الطائراتِ ولمساعدةِ السفنِ في أثناءِ إبحارِها.

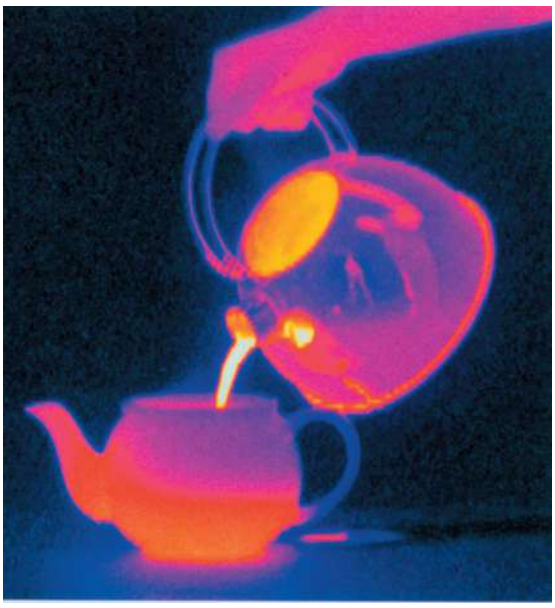
الشكل ٤ يُستخدمُ الرادارُ ليكشفَ إنْ كانَتِ السيّارةُ قد جاوزَتِ السرعةَ المسموحةَ بها أم لا.

الأشعَّةُ تحتَ الحمراءِ Radio detection and ranging

الأشعَّةُ تحتَ الحمراءِ لها طولٌ موجيٌّ أقصرُ وتردُّدٌ أكبرُ ممّا لموجاتِ الميكروويف. يتراوحُ الطولُ الموجيُّ للأشعَّةِ تحتَ الحمراءِ ما بين 700 نانومتر و 1 mm. ($1\ nm = 1 \times 10^{-9} m$).

عندَما تحسُّ في يومٍ مشمسٍ بالحرارةِ فإنَّ ذلك يعودُ إلى امتصاصِ جلدِكَ لطاقةِ الأشعَّةِ تحتَ الحمراءِ الآتيةِ منَ الشمسِ، ممّا يجعلُ جزيئاتِ جلدِكَ تهتزُّ أكثرَ. ليستِ الشمسُ المصدرَ الوحيدَ للأشعَّةِ تحتَ الحمراءِ. فجميعُ الأشياءِ تصدرُ أشعَّةً تحتَ حمراءَ، ومنها الأبنيةُ والسيّاراتُ وحتّى أنت! يعتمدُ مقدارُ طاقةِ الأشعَّةِ تحتَ الحمراءِ التي يصدرُها جسمٌ على درجةِ حرارةِ هذا الجسمِ. فالأجسامُ الساخنةُ تصدرُ طاقةً على شكلِ أشعَّةٍ تحتَ حمراءَ أكثرَ من الأجسامِ الباردةِ.

لا يُمكنُكَ أن ترى الأشعَّةَ تحتَ الحمراءِ، لكنَّ بعضَ الأجهزةِ تكشفُ تلكَ الأشعَّةَ. منظارُ الأشعَّةِ تحتَ الحمراءِ يغيِّرُ الأشعَّةَ تحتَ الحمراءِ إلى ضوءٍ يُمكنُكَ أن تراه، مثلاً، تُستخدمُ تلكَ المناظيرُ لمراقبةِ الحيواناتِ في الليلِ. يُبيِّنُ **الشكلُ ٥** صورةً التقطَتْ على فيلمٍ حسّاسٍ للأشعَّةِ تحتَ الحمراءِ.



الشكلُ ٥ في هذهِ الصورةِ تدلُّ الألوانُ الأكثرُ سطوعًا على درجاتِ حرارةٍ أعلى.



الشكلُ ٦ تفرِّقُ قطراتُ الماءِ الضوءَ الأبيضَ إلى أضواءٍ ذاتِ ألوانٍ مختلفةٍ وأطوالٍ موجيَّةٍ مختلفةٍ. وفي النهايةِ، ترى كلَّ ألوانِ الضوءِ المرئيِّ في قوسِ المطرِ.

الضوءُ المرئيُّ Visible light

الضوءُ المرئيُّ هو المدى الضيِّقُ جدًّا الذي تراهُ عينُ الإنسانِ من الأطوالِ الموجيَّةِ والتردُّداتِ في الطيفِ الكهرومغناطيسيِّ. موجاتُ الضوءِ المرئيِّ لها أطوالٌ موجيَّةٌ أقصرُ وتردُّداتٌ أعلى ممّا للأشعَّةِ تحتَ الحمراءِ. يتراوحُ الطولُ الموجيُّ لموجاتِ الضوءِ المرئيِّ بينَ 400 nm و 700 nm.

تحقَّقْ

ما الضوءُ الأبيضُ؟

الضوءُ المرئيُّ الآتي من الشمسِ Visible light from the sun

بعضُ الطاقةِ التي تصلُ إلى الأرضِ آتيةً من الشمسِ تكوِّنُ ضوءًا مرئيًّا. الضوءُ المرئيُّ الآتي من الشمسِ ضوءٌ أبيضُ. **الضوءُ الأبيضُ** ضوءٌ مرئيٌّ مكوَّنٌ من تجمُّعِ كلِّ الأطوالِ الموجيَّةِ المرئيَّةِ. الضوءُ الصادرُ عن المصابيحِ الكهربائيَّةِ العاديَّةِ هو ضوءٌ أبيضُ.

نشاطٌ منزليٌّ

تكوينُ قوسِ المطرِ

في صباحِ يومٍ مُشمسٍ أو عصرِهِ، اطلبْ إلى أحدِ أفرادِ أُسرتِكَ الراشدينَ أن يستخدمَ خرطومًا أو عبوةً للرشِّ لتكوينِ منطقةِ رذاذِ ماءٍ في حديقةِ المنزلِ. تحرَّكْ حولَ تلكَ المنطقةِ حتّى ترى قوسَ المطرِ في رذاذِ الماءِ. ضعْ رسمًا تخطيطيًّا تبيِّنُ فيه موقعَ الشمسِ وموقعَ رذاذِ الماءِ وموقعَ قوسِ المطرِ وموقعَكَ.

ألوانُ الضوءِ Colors of light

يُبصرُ الناسُ مُختلفَ الأطوالِ الموجيَّةِ للضوءِ المرئيِّ كألوانٍ مُختلفةٍ، كما في **الشكلِ ٦**. فأطولُ الأطوالِ الموجيَّةِ تُبصرُ كلونٍ أحمرَ، في حينِ أنَّ أقصرَ الأطوالِ الموجيَّةِ تُبصرُ كلونٍ بنفسجيٍّ.

يُسمّى مدى ألوانِ الضوءِ المرئيِّ **الطيفَ المرئيَّ**. بوسعِكَ أن ترى الطيفَ المرئيَّ في **الشكلِ ٧**. يتكوَّنُ الطيفُ المرئيُّ من سبعةِ ألوانٍ هي: الأحمرُ والبرتقاليُّ والأصفرُ والأخضرُ والأزرقُ والنيليُّ والبنفسجيُّ.

الشكلُ ٧ يحتوي الطيفُ المرئيُّ على كلِّ ألوانِ الضوءِ.



الأشعَّةُ فوقَ البنفسجيَّةِ Ultraviolet light

الأشعَّةُ فوقَ البنفسجيَّةِ نوعٌ آخرُ من الموجاتِ الكهرومغناطيسيَّةِ التي تصدرُها الشمسُ. لموجاتِ الأشعَّةِ فوقَ البنفسجيَّةِ أطوالٌ موجيَّةٌ أقصرُ وتردُّداتٌ أعلى ممّا للضوءِ المرئيِّ. يتراوحُ الطولُ الموجيُّ لموجاتِ الأشعَّةِ فوقَ البنفسجيَّةِ بينَ 60 nm و 400 nm. للأشعَّةِ فوقَ البنفسجيَّةِ تأثيراتٌ مفيدةٌ لجسمِك وتأثيراتٌ ضارَّةٌ.

الشكلُ ٨ يتسبَّبُ التعرُّضُ الزائدُ للأشعَّةِ فوقَ البنفسجيَّةِ باحمرارِ الجلدِ المصحوبِ بألمٍ. يساهمُ استخدامُ مرهمٍ مضادٍّ للشمسِ في وقايةِ جلدِك.



تأثيراتٌ ضارَّةٌ Bad effects

التعرُّضُ الزائدُ للأشعَّةِ فوقَ البنفسجيَّةِ يسبِّبُ احمرارَ الجلدِ وتغيُّرَ لونِه مصحوبًا بألمٍ، كما ترى في **الشكلِ ٨**، وكذلك يسبِّبُ سرطانَ الجلدِ وتجعُّداتٍ في البشرةِ، وأضرارًا في العينِ. ولحُسنِ الحظِّ، فإنَّ معظمَ الأشعَّةِ فوقَ البنفسجيَّةِ الآتيةِ من الشمسِ لا تصلُ إلى الأرضِ. لكن عليكَ أن تقيَ نفسَكَ من الأشعَّةِ فوقَ البنفسجيَّةِ التي تصلُ إليكَ، وذلكَ باستخدامِ مرهمٍ مضادٍّ للشمسِ، حين تُعرِّضُ جسمَكَ للشمسِ، وبوضعِ نظّارةٍ تحجبُ الأشعَّةَ فوقَ البنفسجيَّةِ عن عينَيك، كما ينبغي ارتداءُ ملابسَ تغطِّي الجسمَ. وتظلُّ في حاجةٍ إلى إجراءاتِ الوقايةِ هذه، حتّى حين تحجبُ السحبُ الشمسَ، لأنَّ الأشعَّةَ فوقَ البنفسجيَّةِ تخترقُ السحبَ.

تأثيراتٌ مفيدةٌ Good effects

تُستخدمُ الأشعَّةُ فوقَ البنفسجيَّةِ التي تنتجُها مصابيحُ الأشعَّةِ فوقَ البنفسجيَّةِ للقضاءِ على الجراثيمِ والبكتيريا الموجودةِ في الطعامِ وعلى أدواتِ الجراحةِ، علمًا أنَّ مقدارًا قليلاً من هذه الأشعَّةِ مفيدٌ لجسمِك. فحين تتعرَّضُ للأشعَّةِ البنفسجيَّةِ تنتجُ خلايا الجلدِ الفيتامينَ (د). يساهمُ هذا الفيتامينُ في عمليَّةِ امتصاصِ الأمعاءِ للكالسيوم. ومن دونِ الكالسيوم قد تُصبحُ أسنانُك وعظامُكَ ضعيفةً.



تحقَّقْ

قارنْ بينَ موجاتِ الأشعَّةِ فوقَ البنفسجيَّةِ وموجاتِ الضوءِ المرئيِّ.

الأشعَّةُ السينيَّةُ وأشعَّةُ كاما
X Rays and Gamma rays

الأشعَّةُ السينيَّةُ وأشعَّةُ كاما هما ذواتا الأطوالِ الموجيَّةِ الأقصرِ والتردُّداتِ الموجيَّةِ الأعلى بينَ الموجاتِ الكهرومغناطيسيَّةِ.

الأشعَّةُ السينيَّةُ

يتراوحُ الطولُ الموجيُّ للأشعَّةِ السينيَّةِ بينَ 0.001 nm و 60 nm. ويُمكنُها أن تنفذَ عبرَ موادَّ عدَّةٍ. هذه الخاصِّيَّةُ تجعلُ الأشعَّةَ السينيَّةَ مفيدةً في المجالِ الطبِّيِّ، كما يظهرُ في **الشكل ٩**. لكنَّ التعرُّضَ الزائدَ للأشعَّةِ السينيَّةِ يضرُّ بالخلايا الحيَّةِ أو يقتلُها. ينبغي أن يرتديَ المريضُ الذي يتعرَّضُ للأشعَّةِ السينيَّةِ رداءً خاصًّا يحتوي على طبقةٍ من الرصاصِ ليحميَ أجزاءَ جسمِهِ التي لا يلزمُ تعرُّضُها لتلكَ الأشعَّةِ. إذْ لا يمكنُ للأشعَّةِ السينيَّةِ أن تنفذَ منها.

تُستخدمُ أجهزةُ التصويرِ بالأشعَّةِ السينيَّةِ لفحصِ الأمتعةِ في المطاراتِ وفي مؤسَّساتٍ عامَّةٍ أخرى. تسمحُ هذه الأجهزةُ برؤيةِ ما في داخلِ الحقائبِ والحاوياتِ الأخرى دونَ الحاجةِ إلى فتحِها.

أشعَّةُ كاما Gamma rays

أشعَّةُ كاما موجاتٌ كهرومغناطيسيَّةٌ لها أطوالُ موجيَّةٌ أقصرُ من 0.1 nm. ويُمكنُها أن تنفذَ عبرَ مُعظمِ الموادِّ بسهولةٍ فائقةٍ. تُستخدَمُ أشعَّةُ كاما لمعالجةِ بعضِ الأمراضِ السرطانيَّةِ، حيث يركِّزُ الأطبّاءُ الأشعَّةَ على الأورامِ في جسمِ المريضِ للقضاءِ على الخلايا السرطانيَّةِ. يكونُ لهذا العلاجِ أحيانًا تأثيراتٌ مفيدةٌ، لكن قد يكونُ له تأثيراتٌ ضارَّةٌ لأنَّهُ يقتلُ خلايا سليمةً أيضًا.

تُستخدَمُ أشعَّةُ كاما أيضًا لقتلِ الجراثيمِ والبكتيريا الضارَّةِ في بعضِ الأطعمةِ، كاللحمِ والثمارِ الطازجةِ. لا تضرُّ أشعَّةُ جاما بالطعامِ المعالَجِ ولا تبقى فيه. هذا يعني أنَّ الطعامَ الذي تمَّتْ معالجتُهُ بأشعَّةِ كاما سليمٌ وصالحٌ للأكلِ.

رابطُ علمِ الفلكِ

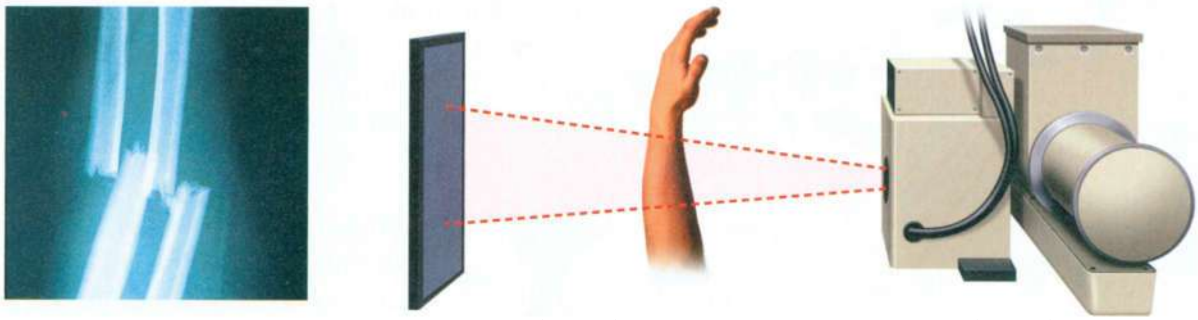
مقياسُ طيفٍ لأشعَّةِ كاما

في العامِ ٢٠٠١ وضعَتِ «ناسا» قمرًا صناعيًّا اسمُهُ «أوديسّةُ المرِّيخ ٢٠٠١»، على مدارٍ حولَ كوكبِ المرِّيخِ. تحملُ أوديسّةُ المرِّيخِ مقياسَ طيفٍ لأشعَّةِ كاما. مقياسُ الطيفِ جهازٌ يُستخدمُ للكشفِ عن بعضِ أنواعِ الموجاتِ الكهرومغناطيسيَّةِ. استُخدِمَ مكشافُ طيفٍ لأشعَّةِ كاما في أوديسّةِ المرِّيخِ، للبحثِ عن الماءِ، وعن عناصرَ كيميائيَّةٍ عدَّةٍ على المرِّيخِ. يأملُ العلماءُ في استخدامِ هذه المعلوماتِ ليعرفوا المزيدَ عن جيولوجيَّةِ المرِّيخِ. ابحثْ حولَ خصائصِ المرِّيخِ والأرضِ. وأنشئْ جدولاً للمقارنةِ بينهما.

تحقَّقْ

كيف تتمُّ وقايةُ المريضِ من الأشعَّةِ السينيَّةِ؟

الشكلُ ٩ كيف تُصوَّرُ العظامُ بالأشعَّةِ السينيَّةِ



١ تمرُّ الأشعَّةُ السينيَّةُ بسهولةٍ عبرَ الجلدِ والعضلاتِ، لكنَّ العظامَ تمتصُّها.

٢ الأشعَّةُ السينيَّةُ التي لم تمتصَّها العظامُ تسقطُ على الفلمِ.

٣ تظهرُ المناطقُ الساطعةُ على الفلمِ حيثُ امتصّتِ العظامُ الأشعَّةَ السينيَّةَ.



ملخَّص

- تنتقلُ جميعُ الموجاتِ الكهرومغناطيسيَّةِ بسرعةِ الضوءِ. تختلفُ الموجاتُ الكهرومغناطيسيَّةُ عن بعضِها بالطولِ الموجيِّ والتردُّدِ فقط.
- يُسمَّى المدى الكاملُ للموجاتِ الكهرومغناطيسيَّةِ *الطيفَ الكهرومغناطيسيَّ*.
- تُستخدَمُ موجاتُ الراديو في الاتِّصالاتِ.
- تُستخدَمُ موجاتُ الميكروويف في الطهوِ وفي الرادارِ.
- امتصاصُ الأشعَّةِ تحتَ الحمراءِ يؤدِّي إلى ارتفاعٍ في درجةِ الحرارةِ.
- الضوءُ المرئيُّ هو المدى الضيِّقُ جدًّا من أطوالِ الموجاتِ التي يُمكنُ أن يبصرَها الإنسانُ. تُبصَرُ أطوالُ موجاتٍ مختلفةٌ كألوانٍ مختلفةٍ.
- تُستخدَمُ الأشعَّةُ فوقَ البنفسجيَّةِ لقتلِ البكتيريا ولتكوينِ الفيتامين (د) في جسمِ الإنسانِ. التعرُّضُ الزائدُ للأشعَّةِ فوقَ البنفسجيَّةِ يُسبِّبُ مشكلاتٍ صحيَّةً.
- الأشعَّةُ السينيَّةُ وأشعَّةُ جاما موجاتٌ كهرومغناطيسيَّةٌ تُستخدَمُ في الطبِّ. التعرُّضُ الزائدُ لهذَيْنِ النوعَيْنِ من الأشعَّةِ يضرُّ بالخلايا الحيَّةِ أو يقتلُها.

مراجعةُ المفرداتِ والمفاهيم

١. وضِّحِ المقصودَ بمفهومِ **الطيفِ الكهرومغناطيسيِّ**.

استيعابُ الأفكارِ الرئيسة

٢. أيُّ الموجاتِ الكهرومغناطيسيَّةِ التاليةِ تنتجُهُ الشمسُ؟
   أ. الموجاتُ تحتَ الحمراءِ.
   ب. الضوءُ المرئيُّ.
   ج. الأشعَّةُ فوقَ البنفسجيَّةِ.
   د. كلُّ ما وردَ.

٣. ما أوجهُ الاختلافِ بينَ أنواعِ الموجاتِ الكهرومغنطيسيَّةِ؟

٤. صفْ طريقتَيْنِ لنقلِ المعلوماتِ باستخدامِ موجاتِ الراديو.

٥. كيف تكونُ الأشعَّةُ فوقَ البنفسجيَّةِ والأشعَّةُ السينيَّةُ وأشعَّةُ كاما مفيدةً وضارَّةً؟

٦. ما الاستخدامانِ الشائعانِ لموجاتِ الميكروويف؟

٧. ما الضوءُ الأبيضُ؟ اذكرْ مصدرَيْنِ له.

٨. ما الطيفُ المرئيُّ؟

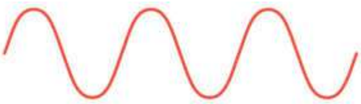
تفكيرٌ ناقدٌ

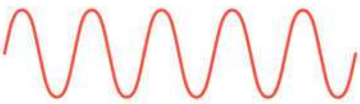
٩. **تطبيقُ المفاهيم**: صفْ كيف تكونُ ثلاثةُ أنواعٍ مختلفةٍ من الموجاتِ الكهرومغناطيسيَّةِ مفيدةً لكَ حاليًّا.

١٠. **مقارنة**: قارنِ الأطوالَ الموجيَّةَ للموجاتِ تحتَ الحمراءِ وموجاتِ الأشعَّةِ فوقَ البنفسجيَّةِ وموجاتِ الضوءِ المرئيِّ.

تفسيرُ الأشكالِ التخطيطيَّة

١١. الموجاتُ المبيَّنةُ أدناهُ تُمثِّلُ نوعَيْنِ مختلفَيْنِ من الموجاتِ الكهرومغناطيسيَّةِ. استخدمِ الرسمَ التخطيطيَّ أدناهُ لتُجيبَ عن السؤالَيْنِ اللذينِ يليانِهُ:

أ


ب


   أ. أيُّ موجةٍ لها الطولُ الموجيُّ الأطولُ؟
   ب. افترضْ أنَّ إحدى الموجتَيْنِ تُمثِّلُ موجةَ ميكروويف والأخرى موجةَ راديو. أيُّهما تُمثِّلُ موجةَ الميكروويف؟

القسم ٣

تفاعلاتُ الموجاتِ الضوئيَّةِ
Interactions of light waves

هل سبقَ أن رأيتَ عيونَ القططِ وهي تلمعُ في الظلامِ حين يُسلَّطُ عليها الضوءُ؟ للقططِ طبقةٌ خاصَّةٌ من الخلايا في مؤخَّراتِ عيونها تعكسُ الضوءَ.

تساعدُ هذه الطبقةُ القطَّ على الرؤيةِ بشكلٍ أفضل، لأنَّها تمنحُ عينيهِ فرصةً ثانيةً لكشفِ الضوءِ. الانعكاسُ هو أحدُ تفاعلاتِ الموجاتِ الكهرومغنطيسيَّةِ. إنَّ قدرتَنا على رؤيةِ الضوءِ المرئيِّ تسهِّلُ توضيحَ كلِّ تفاعلاتِ الموجاتِ الضوئيَّةِ باستخدامِ الضوءِ المرئيِّ.

مؤشِّراتُ الأداءِ

- يوضِّحُ كيف يسمحُ الانعكاسُ برؤيةِ الأشياءِ.
- يصفُ ظاهرتَي الامتصاصِ والاستطارةِ الضوئيَّتَيْنِ.
- يوضِّحُ كيف يسبِّبُ الانكسارُ أوهامًا بصريَّةً، ويفصلُ (يحلِّلُ) الضوءَ الأبيضَ إلى ألوانِ الضوءِ المرئيِّ.

المُفرداتُ والمفاهيمُ

الانعكاسُ	الاستطارةُ
الامتصاصُ	الانكسارُ

استراتيجيَّةُ القراءةِ

منظِّمُ القراءةِ: خلالَ قراءتِكَ لهذا القسمِ ضعْ خريطةَ مفاهيمَ باستخدامِ التعابيرِ المذكورةِ أعلاهُ.

الانعكاس Reflection

يحدثُ **الانعكاسُ** **Reflection** حين ترتدُّ موجاتٌ ضوئيَّةٌ عن جسمٍ. ينعكسُ الضوءُ عن الأجسامِ حولَكَ. فأنتَ حين تنظرُ في مرآةٍ ترى ضوءًا قد انعكسَ مرَّتيْنِ. في المرَّةِ الأولى انعكسَ عنكَ وفي المرَّةِ الثانيةِ عن المرآةِ. إذا كانَ الضوءُ ينعكسُ عن الأجسامِ حولَكَ، فلمَ لا ترى صورتَكَ على الحائطِ؟ لتُجيبَ عن هذا السؤالِ عليكَ أن تتعلَّمَ قانونَ الانعكاسِ.

الانعكاسُ: ارتدادُ حزمةٍ ضوئيَّةٍ لدى اصطدامِها بسطحٍ لا يُمكنُها أن تمرَّ عبرَهُ.

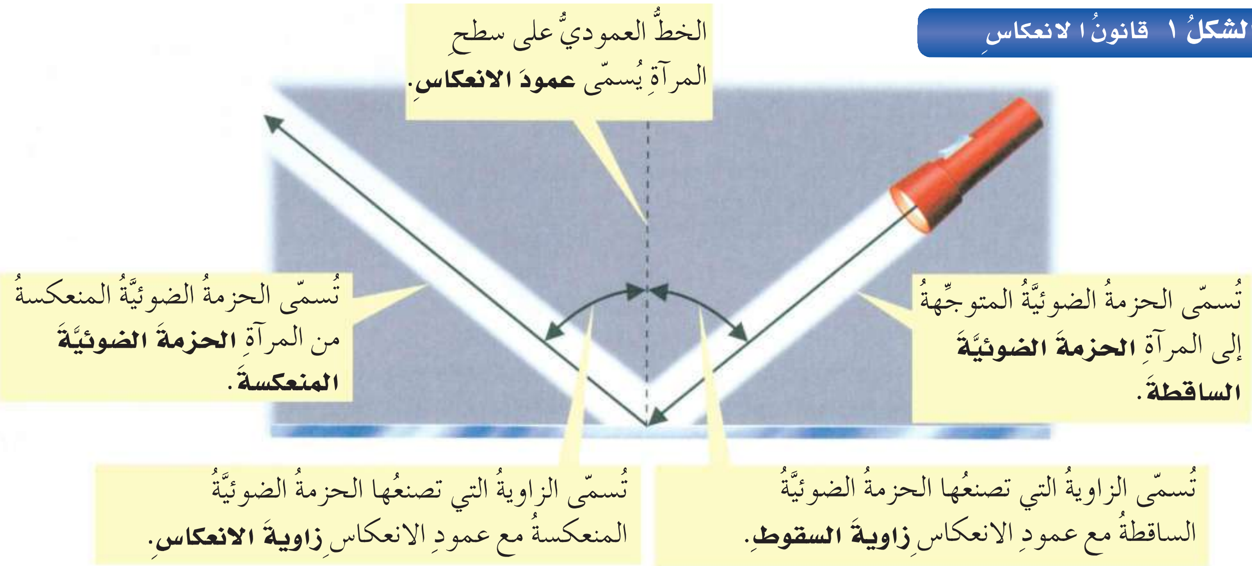
قانونُ الانعكاسِ The law of reflection

ينعكسُ الضوءُ عن السطوحِ بالطريقةِ نفسِها التي ترتدُّ فيها كرةٌ حين تسقطُ على الأرضِ. إذا أسقطْتَ كرةً في خطٍّ مستقيمٍ ورأسيٍّ على سطحٍ أملسَ ترتدُّ الكرةُ من السطحِ على الخطِّ نفسِهِ. لكن إذا رميتَ الكرةَ نحوَ السطحِ بزاويةٍ معيَّنةٍ، فإنَّها ترتدُّ بعيدًا بزاويةٍ أيضًا. ينصُّ **قانونُ الانعكاسِ** على أنَّ زاويةَ السقوطِ تساوي زاويةَ الانعكاسِ. **السقوطُ** يعني وصولَ حزمةٍ ضوئيَّةٍ إلى سطحٍ. يبيِّنُ **الشكلُ ١** هذا القانونَ.

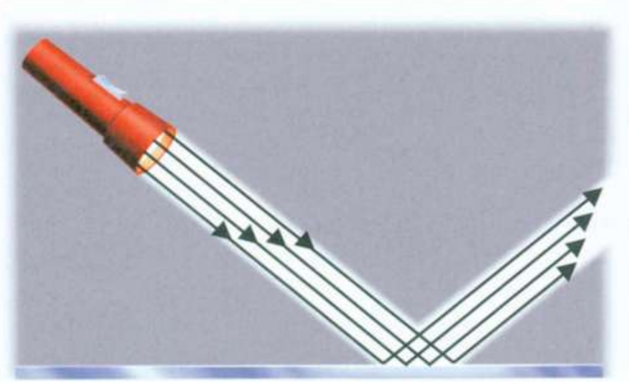
تحقَّقْ

ما قانونُ الانعكاسِ؟

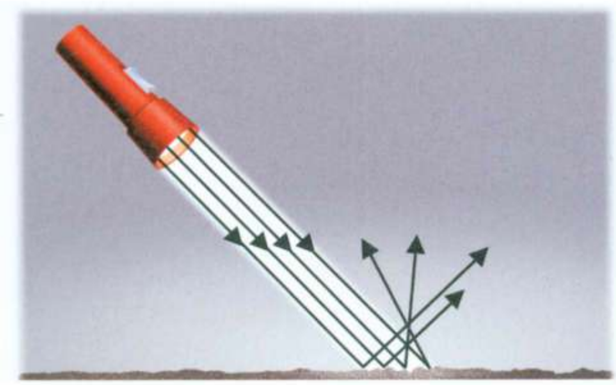
الشكلُ ١ قانونُ الانعكاسِ



الشكلُ ٢ الانعكاسُ المنتظمُ مقابلَ الانعكاسِ غيرِ المنتظمِ



الانعكاسُ المنتظمُ يحدثُ حين تنعكسُ جميعُ أشعَّةِ الحزمةِ الضوئيَّةِ بالزاويةِ نفسِها.



الانعكاسُ غيرُ المنتظمِ يحدثُ حين تنعكسُ أشعَّةُ الحزمةِ الضوئيَّةِ بزوايا مختلفةٍ.

أنواعُ الانعكاسِ Types of Reflection

لماذا ترى صورتَكَ في المرآةِ ولا تراها في الحائطِ؟ يكمنُ الجوابُ في الفروقِ بينَ السطحَيْنِ. سطحُ المرآةِ مصقولٌ. لذلك تنعكسُ الحزمةُ الضوئيَّةُ الساقطةُ على كلِّ نقطةٍ من سطحِ المرآةِ بالزاويةِ نفسِها. يُسمّى هذا النوعُ من الانعكاسِ **الانعكاسَ المنتظِمَ**. أمّا سطحُ الحائطِ فيكونُ خشنًا. لذلك تنعكسُ الحزمةُ الضوئيَّةُ الساقطةُ على كلِّ نقطةٍ من الحائطِ بزوايا مختلفةٍ. هذا النوعُ من الانعكاسِ يسمّى **الانعكاسَ غيرَ المنتظمِ**. و**الشكلُ ٢** يوضِّحُ نوعَي الانعكاسِ.

تحقَّقْ

ما أنواعُ الانعكاسِ؟



رابطُ علمِ الفلكِ

ضوءُ القمرِ

في بعضِ الليالي يكونُ ضوءُ القمرِ ساطعًا، فتظنُّ أنَّ القمرَ يصدرُ مقدارًا كبيرًا من الضوءِ. لكن هل تعرفُ أن ضوءَ القمرِ هو من ضوءِ الشمسِ؟ فالقمرُ لا يصدرُ ضوءًا. ترى القمرَ لأنَّهُ مضاءٌ بضوءٍ آتٍ من الشمسِ. وترى أطوارًا مختلفةً للقمرِ لأنَّ ضوءَ الشمسِ لا يُنيرُ إلاّ الجزءَ المقابلَ للشمسِ من القمرِ. حضِّرْ ملصقًا يُبيِّنُ الأطوارَ المختلفةَ للقمرِ.

الامتصاصُ والاُستطارة
Absorption and scattering flash light

هل لاحظت، لدى استخدامك مصباحًا يدويًا، أنَّ الضوءَ الذي ينيرُ الأشياءَ القريبةَ منك يبدو ساطعًا أكثرَ من الضوءِ الذي ينيرُ الأشياءَ الأبعدَ؟ يصبحُ الضوءُ أقلَّ سطوعًا مع ازديادِ المسافةِ التي يقطعُها بدءًا من المصباحِ اليدويِّ، نتيجةَ تفرُّقِ الحزمةِ الضوئيَّةِ والامتصاصِ والاستطارةِ.

امتصاصُ الضوءِ Absorption of light

إنَّ انتقالَ طاقةٍ تحملُها الموجاتُ الضوئيَّةُ إلى جسيماتِ مادَّةٍ يُسمّى **الامتصاصَ** Absorption. حينَ تعبرُ حزمةٌ ضوئيَّةٌ الهواءَ تمتصُّ جسيماتُ الهواءِ جزءًا من طاقةِ الضوءِ. ونتيجةً لذلك يصبحُ الضوءُ أكثرَ خفوتًا. كلَّما ازدادتِ المسافةُ التي قطعَها الضوءُ بعيدًا عن مصدرِهِ، ازدادَتْ كمِّيَّةُ الطاقةِ التي تمتصُّها جسيماتُ الهواءِ، وأصبحَ الضوءُ خافتًا أكثرَ.

استطارةُ الضوءِ Scattering of light

الاستطارةُ Scattering تفاعلٌ للضوءِ مع مادَّةٍ يُغيِّرُ اتِّجاهَ حركةِ الضوءِ أو طاقتَهُ. يستطيرُ الضوءُ في كلِّ الاتِّجاهاتِ بعد اصطدامِهِ بجُسيماتِ مادَّةٍ. يُبيِّنُ **الشكلُ ٣** استطارةَ الضوءِ المنبعثِ من السفينةِ إلى خارجِ حزمةِ الأشعَّةِ، بفعلِ جسيماتِ الهواءِ. يسمحُ الضوءُ المستطيرُ برؤيةِ أشياءَ موجودةٍ خارجَ حزمةِ الأشعَّةِ. لكنَّ استطارةَ الضوءِ إلى خارجِ الحزمةِ الضوئيَّةِ تجعلُ الضوءَ أكثرَ خفوتًا.

الاستطارةُ هي التي تجعلُ السماءَ زرقاءَ. كلَّما قصُرَ الطولُ الموجيُّ للموجةِ الضوئيَّةِ ازدادَتْ قابليَّتُها للاستطارةِ. يتألَّفُ ضوءُ الشمسِ من عدَّةِ أضواءٍ ذاتِ ألوانٍ مختلفةٍ. لكنَّ الضوءَ الأزرقَ الذي له طولٌ موجيٌّ قصيرٌ جدًّا يستطيرُ أكثرَ من أيِّ ضوءٍ آخرَ. لذا حينَ تنظرُ إلى السماءِ تراها زرقاءَ.

الامتصاص: هو، في البصريّاتِ، انتقالُ طاقةٍ ضوئيَّةٍ إلى جسيماتِ مادَّةٍ.

الاستطارةُ: تفاعلٌ للضوءِ مع مادَّةٍ يغيِّرُ طاقةَ الضوءِ أو اتّجاهَ حركتِهِ، أو الاثنَيْنِ معًا.

تحقَّق

لِمَ تستطيعُ رؤيةَ الأشياءِ خارجَ حزمةٍ ضوئيَّةٍ؟



الشكلُ ٣ يصبحُ الضوءُ أكثرَ خفوتًا لأسبابٍ عدَّةٍ، منها الاستطارةُ.

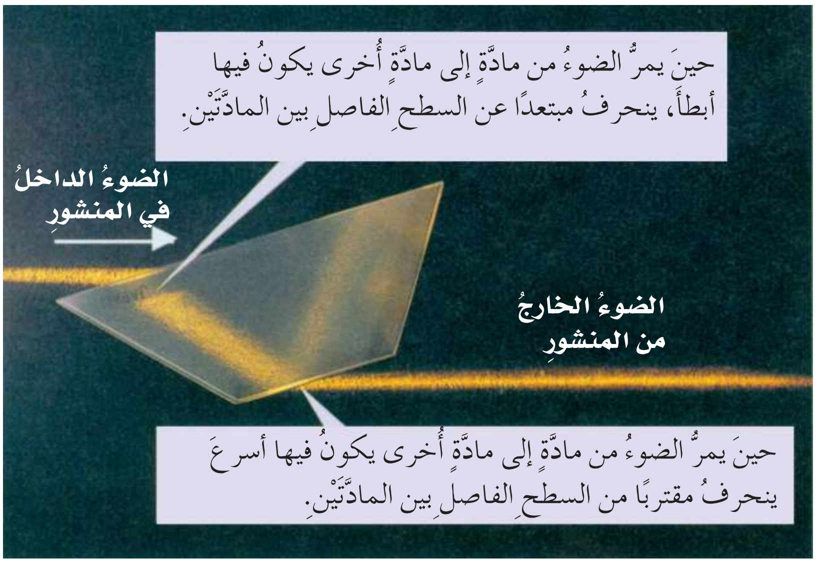
الانكسارُ Refraction

تخيَّلْ أنَّكَ وصديقَكَ جالسانِ على حافةِ حوضٍ للسباحةِ. وضعَ صديقُكَ قدمَهُ في الماءِ. نظرْتَ إليهِ فبدَتْ لك قدمُهُ كأنَّها انفصلَتْ عن ساقِهِ! ماذا حدث؟ أنتَ تعرفُ أنَّ قدمَهُ سليمةٌ، فكيفَ تفسِّرُ ما رأيتَهُ؟ الجوابُ في انكسارِ الضوءِ.

الانكسارُ والموادُّ Refraction and material

الانكسارُ Refraction هو انحرافُ اتِّجاهِ انتقالِ موجةٍ عندما تنفذُ من مادَّةٍ إلى أُخرى بزاويةٍ غيرِ عموديَّةٍ على السطحِ الفاصلِ بينهُما. يُبيِّنُ **الشكلُ ٤** حزمةً ضوئيَّةً انكسرَتْ مرَّتَيْن. يحدثُ انكسارُ الموجاتِ الضوئيَّةِ بسببِ اختلافِ سرعةِ الضوءِ باختلافِ الموادِّ التي تمرُّ موجاتُهُ عبرَها. ينتقلُ الضوءُ في الفراغِ بسرعةِ 300 000 km/s، لكنَّهُ ينتقلُ بسرعةٍ أقلَّ عبرَ أيِّ مادَّةٍ شفَّافةٍ. فسرعةُ انتقالِ الضوءِ في الزجاجِ مثلًا، تبلغُ حوالي 200 000 km/s تقريبًا. وحين تدخلُ موجةٌ ضوئيَّةٌ إلى مادَّةٍ جديدةٍ بزاويةٍ تتغيَّرُ سرعتُها داخلَها عن سرعتِها في المادَّةِ الأولى. نتيجةً لذلك تنحرفُ الموجةُ وتتحرَّكُ في اتِّجاهٍ جديدٍ. لكن إذا دخلَتِ الموجةُ الضوئيَّةُ مادَّةً جديدةً بشكلٍ عموديٍّ على السطحِ الفاصلِ، فإنَّها لا تنحرفُ. لكن بسببِ تغيُّرِ السرعةِ تبقى ظاهرةُ الانكسارِ موجودةً. وهذا ما يفسِّرُ لماذا نرى عمقَ حوضِ السباحةِ أقلَّ ممّا هو في الحقيقةِ.

الشكلُ ٤ ينتقلُ الضوءُ عبرَ الزجاجِ بسرعةٍ أقلَّ من سرعتِهِ في الهواءِ. وهكذا ينكسرُ الضوءُ حين يمرُّ من الهواءِ إلى الزجاجِ أو من الزجاجِ إلى الهواءِ بزاويةٍ غيرِ عموديَّةٍ على السطحِ الفاصلِ بينَ المادَّتَيْنِ. لاحظْ أنَّ جزءًا من الضوءِ انعكسَ أيضًا في داخلِ المنشورِ.



الانكسارُ: انحرافُ الموجةِ عند مرورِها من مادَّةٍ إلى أُخرى، لاختلافِ سرعتِها في المادَّةِ الأولى عن سرعتِها في المادَّةِ الأُخرى.

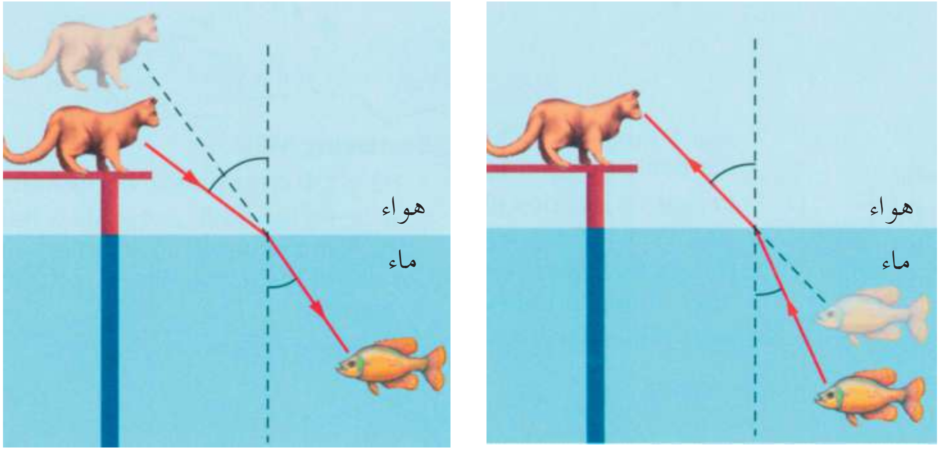
مختبرٌ سريعٌ

اللبنُ (الحليبُ) يسبِّبُ الاستطارةَ

١. املأْ **قارورةً من البلاستيكِ الشفَّافِ قياسَ 2 L بالماءِ.**
٢. أطفئِ الأنوارَ وسلِّطْ ضوءَ مصباحٍ يدويٍّ على الماءِ. انظرْ إلى الماءِ من كلِّ جهاتِ القارورةِ. صفْ كتابيًّا ما تراهُ.
٣. أضفْ ٣ **قطراتٍ من اللبنِ (الحليبِ)** إلى الماءِ، وهزَّ القارورةَ لتخلطَ الماءَ واللبنَ (الحليبَ).
٤. كرِّرِ الخطوةَ ٢. صفْ أيَّ تغيُّراتٍ في اللونِ. إذا لم ترَ أيَّ تغيُّرٍ، أضفِ المزيدَ من اللبنِ (الحليبِ) إلى أن ترى تغيُّراتٍ في اللونِ.
٥. فيمَ يُشبهُ خليطُ اللبنِ (الحليبِ) والماءِ جسيماتِ الهواءِ في الغلافِ الجويِّ؟ وضِّحْ إجابتَكَ.

تحقَّقْ

لماذا ينكسرُ الضوءُ؟



الشكلُ ٥ بسببِ الانكسارِ ترى كلٌّ من القطّةِ والسمكةِ وهمًا بصريًّا. يرى القطُّ السمكةَ أقربَ ممّا هي في الواقعِ. وترى السمكةُ القطَّ أبعدَ ممّا هي في الواقعِ.

الانكسارُ والأوهامُ البصريَّةُ
Refraction and optical illusions

حينَ تنظرُ إلى جسمٍ ينتقلُ عادةً الضوءُ المُنعكسُ عن هذا الجسمِ في خطٍّ مستقيمٍ إلى عينِكَ. يفسِّرُ دماغُكَ دائمًا الضوءَ على أنَّهُ ينتقلُ في خطٍّ مستقيمٍ إلى العينِ. لكن حينَ تنظرُ إلى جسمٍ تحتَ الماءِ، فإنَّ الضوءَ المُنعكسَ عن هذا الجسمِ لا ينتقلُ في خطٍّ مستقيمٍ إلى عينِكَ. بل ينكسرُ. يبيِّنُ **الشكلُ ٥** كيفَ أنَّ الانكسارَ يولِّدُ وهمًا بصريًّا. هذا الوهمُ يجعلُ قدمَ شخصٍ تبدو منفصلةً عن ساقِهِ حينَ تكونُ قدمُهُ مغمورةً بالماءِ.

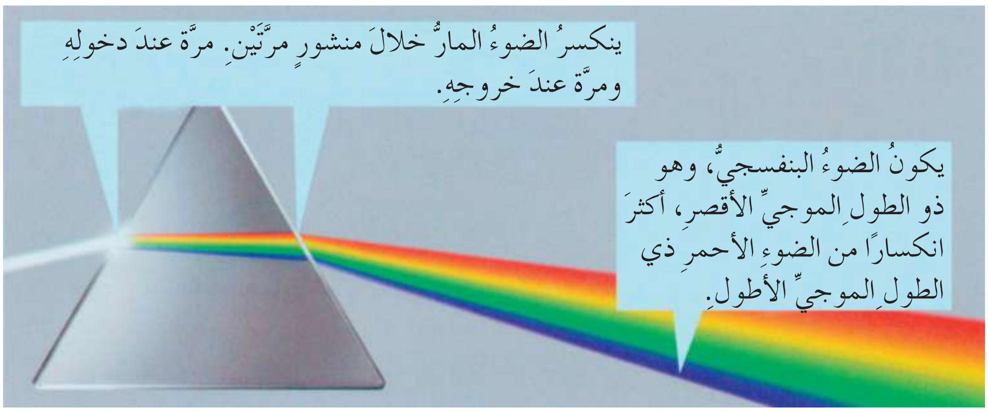
الانكسارُ وفصلُ (تحليلُ) الألوانِ
Refraction and color separation

يتكوَّنُ الضوءُ الأبيضُ من جميعِ الأطوالِ الموجيَّةِ للضوءِ المرئيِّ. عينُ الإنسانِ ترى مُختلفَ الأطوالِ الموجيَّةِ للضوءِ المرئيِّ كألوانٍ مختلفةٍ. حينَ ينكسرُ الضوءُ الأبيضُ، يكونُ انحرافُ الضوءِ مرتبطًا بطولِهِ الموجيِّ. فالموجاتُ ذاتُ الأطوالِ الموجيَّةِ القصيرةِ تنحرفُ أكثرَ من الموجاتِ ذاتِ الأطوالِ الموجيَّةِ الطويلةِ، كما يظهرُ في **الشكلِ ٦**، فينفصلُ (يتحلَّلُ) الضوءُ الأبيضُ إلى ألوانٍ مختلفةٍ عندَ الانكسارِ. انفصالُ (تحلُّلُ) الألوانِ بفعلِ الانكسارِ يسبِّبُ أقواسَ المطرِ. تتكوَّنُ أقواسُ المطرِ حينَ ينكسرُ ضوءُ الشمسِ بواسطةِ قطراتِ المطرِ.

مختبرٌ سريعٌ

تشكيلُ قوسِ المطرِ

١. شُقَّ **قطعةً من الورقِ المقوّى** مستخدمًا **مقصًّا**.
٢. **ألصقْ قطعةَ** الورقِ المقوّى على الطرفِ المُضيءِ من **مصباحٍ يدويٍّ**.
٣. أضئِ المصباحَ اليدويَّ وضعْهُ على طاولةٍ. ضعْ **منشورًا** على الطاولةِ في مسارِ الحزمةِ الضوئيَّةِ.
٤. أدرِ المنشورَ ببطءٍ إلى أن ترى قوسَ مطرٍ على سطحِ الطاولةِ. ارسمِ الشكلَ التخطيطيَّ للحزمةِ الضوئيَّةِ والمنشورِ وقوسِ المطرِ.



الشكلُ ٦ المنشورُ قطعةٌ من الزجاجِ تفصلُ (تُحلِّلُ)، بفعلِ الانكسارِ، الضوءَ الأبيضَ إلى ألوانِ الضوءِ المرئيِّ.

مُراجعةُ القسم



ملخَّص

- ينصُّ قانونُ الانعكاس على أنَّ زاويةَ السقوطِ تساوي زاويةَ الانعكاس.
- الامتصاصُ انتقالُ طاقةٍ ضوئيَّةٍ إلى جسيمات مادّةٍ. الاستطارةُ هو تفاعلٌ بينَ الضوءِ والمادّةِ ينتجُ منه تغيُّرُ اتّجاهِ الضوءِ.
- يُمكنُ أن يُشكّلَ انكسارُ الموجاتِ الضوئيَّةِ أوهامًا بصريَّةً. ويُمكنُ أن يفصلَ (يحلّلَ) الانكسارُ الضوءَ الأبيضَ إلى ألوانِ الضوءِ المرئيِّ.

مراجعةُ المفرداتِ والمفاهيم

١. وضِّحِ الفرقَ بين مفردتَيْ كلِّ سؤال:

أ. الانكسارُ والانعكاسُ.

ب. الامتصاصُ والاستطارة.

استيعابُ الأفكارِ الرئيسة

٢. أيُّ تفاعلٍ للضوءِ يفسِّرُ رؤيتَك لأشياءَ لا تُصدرُ ضوءَها الخاصَّ؟

أ. الامتصاصُ.

ب. الانعكاسُ.

ج. الانكسارُ.

د. الاستطارة.

٣. وضِّحْ كيفَ يؤثِّرُ الامتصاصُ والاستطارةُ في حزمةٍ ضوئيَّةٍ.

٤. لماذا تبدو الأشياءُ الموجودةُ تحتَ الماءِ أقربَ ممّا هي في الواقع؟

٥. كيفَ يفصلُ (يحلِّلُ) المنشورُ الضوءَ الأبيضَ إلى ألوانٍ مختلفةٍ؟

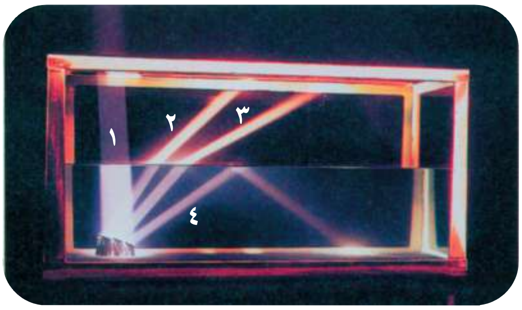
تفكيرٌ ناقدٌ

٦. **تطبيقُ المفاهيمِ**: وضِّحْ لماذا ترى صورتَك على سطحِ ماءِ البركةِ ولا تراها على قطعةٍ من قماش؟

٧. **استدلال**: لا ينتجُ كوكبُ المرِّيخِ ضوءًا. وضِّحْ سببَ رؤيتِك للمرِّيخِ يشعُّ كالنجومِ في الليل.

تفسيرُ الأشكالِ التخطيطيَّةِ

٨. استخدمِ الصورةَ التاليةَ لتُجيبَ عن السؤالَيْنِ اللذَيْنِ بعدَها.



أ. لماذا لا تنحرفُ الحزمةُ الضوئيَّةُ (١) كالحزمتَيْنِ (٢، ٣) اللتينِ في وسطِ خزّانِ الماءِ؟

ب. ما هو تفاعلُ الضوءِ الذي يوضِّحُ ما يحدثُ للحزمةِ الضوئيَّةِ (٤)؟

القسمُ
٤

الضوءُ واللونُ Light and color

لماذا الخيارُ أخضرُ والموزُ أصفرُ؟ كيف تكونُ زجاجةُ المشروبِ الغازيِّ خضراءَ ويُمكنُكَ أن ترى عبرَها؟

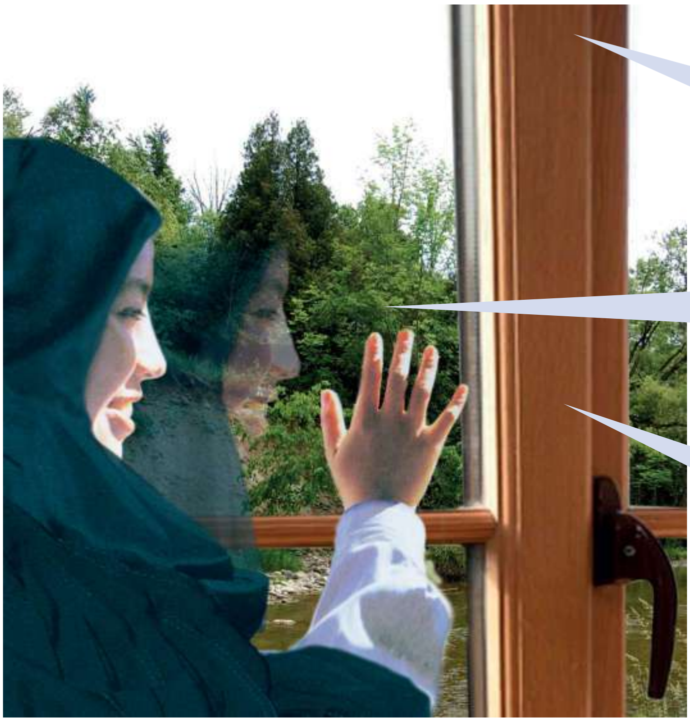
إذا كانَ الضوءُ الأبيضُ مكوَّنًا من جميعِ ألوانِ الضوءِ فكيفَ تحصلُ الأشياءُ على ألوانِها من الضوءِ الأبيضِ؟ لماذا لا تكونُ جميعُ الأشياءِ بيضاءَ في الضوءِ الأبيضِ؟ هذه أسئلةٌ جيِّدةٌ! لكي تُجيبَ عنها عليك أن تعرفَ كيف يتفاعلُ الضوءُ مع المادَّةِ.

الضوءُ والمادَّةُ Light and matter

حين يسقطُ ضوءٌ على أيِّ مادَّةٍ يتفاعلُ معها بثلاثِ طرائقَ مختلفةٍ: هي الانعكاسُ والامتصاصُ والنفاذُ.

يحدثُ الانعكاسُ حينَ يرتدُّ الضوءُ عن جسمٍ. يسمحُ لك الضوءُ المنعكسُ أن ترى الأشياءَ. أمّا الامتصاصُ فهو انتقالُ الطاقةِ الضوئيَّةِ إلى المادَّةِ. يُسبِّبُ امتصاصُ الطاقةِ الضوئيَّةِ ارتفاعًا في درجةِ الحرارةِ. و**النفاذُ** Transmission هو مرورُ الضوءِ عبرَ مادَّةٍ. أنتَ ترى نفاذَ الضوءِ في كلِّ الأوقاتِ. فالضوءُ الذي يصلُ إلى عينَيْكَ يكونُ قد نفذَ عبرَ الهواءِ. يتفاعلُ الضوءُ مع المادَّةِ بطرائقَ مختلفةٍ في الوقتِ نفسِه. فحينَ يسقطُ الضوءُ على زجاجِ النافذةِ ينفذُ جزءٌ منه وينعكسُ جزءٌ آخرُ، ويُمتصُّ الباقي كما يظهرُ في **الشكلِ ١**.

الشكلُ ١ النفاذُ والانعكاسُ والامتصاصُ



مؤشِّراتُ الأداءِ

- يعدِّدُ الطرائقَ الثلاثَ لتفاعلِ الضوءِ مع المادَّةِ، ويصفُها.
- يوضِّحُ كيف يُحدَّدُ لونُ جسمٍ.

المُفرداتُ والمفاهيمُ

النفاذُ — شبهُ الشفّافِ
الشفّافُ — المعتمُ

استراتيجيَّةُ القراءةِ

مناقشة: اقرأْ هذا القسمَ قراءةً متأمِّلةً. سجِّلِ الأسئلةَ التي تتكوَّنُ لدَيكَ. ناقشْ أسئلتَكَ ضمنَ مجموعةٍ صغيرةٍ من زملائِكَ.

النفاذُ: مرورُ الضوءِ أو أيِّ شكلٍ من أشكالِ الطاقةِ عبرَ مادَّةٍ.

الشكلُ ٢ الشفّافُ وشبهُ الشفّافِ والمعتمُ



البلاستيكُ **شفّافٌ**. سهلٌ أن ترى ما ستأكلُهُ في وجبةِ الغداءِ.

هذا الورقُ المشمَّعُ **شبهُ شفّافٍ** يصعبُ قليلاً عليكَ أن ترى ما ستأكلُهُ في وجبةِ الغداءِ.

ورقُ الألومنيومِ هذا **معتمٌ**، يستحيلُ معه أن ترى وجبةَ غدائِكَ من دونِ أن تنزعَهُ.

أنواعُ المادَّةِ Types of matter

المادَّةُ التي ينفذُ الضوءُ المرئيُّ عبرَها بسهولةٍ هي مادَّةٌ **شفّافةٌ** Transparent. الهواءُ والزجاجُ والماءُ أمثلةٌ على المادَّةِ الشفّافةِ. يُمكنُكَ أن ترى أجسامًا بوضوحٍ حينَ تنظرُ إليها عبرَ مادَّةٍ شفّافةٍ.

أحيانًا تكونُ نوافذُ الحمّاماتِ مصنوعةً من زجاجٍ مسنفرٍ (غير مصقول). إذا نظرْتَ عبرَ إحدى هذه النوافذِ ترى فقط أشكالاً غيرَ محدَّدةٍ. لا يُمكنُكَ أن ترى بوضوحٍ عبرَ زجاجٍ مسنفرٍ، لأنَّهُ شبهُ شفّافٍ. المادَّةُ **شبهُ الشفّافةِ** Translucent تسمحُ للضوءِ أن ينفذَ عبرَها وتُشتِّتُهُ. الورقُ المشمَّعُ مثالٌ على المادَّةِ شبهِ الشفّافةِ.

المادَّةُ التي لا تسمحُ للضوءِ بأن ينفذَ عبرَها تُعرفُ باسمِ المادَّةِ **المعتمةِ** Opaque. لا يُمكنُكَ أن ترى عبرَ أجسامٍ معتمةٍ. الفلزّاتُ والخشبُ وهذا الكتابُ، أمثلةٌ على أجسامٍ معتمةٍ. يُمكنُكَ أن تقارنَ مادَّةً شفّافةً ومادَّةً شبهَ شفّافةٍ ومادَّةً معتمةً في **الشكل ٢**.

شفّافٌ: صفةٌ للمادَّةِ التي تسمحُ للضوءِ بالمرورِ عبرَها.

شبهُ شفّافٍ: صفةٌ للمادَّةِ التي تسمحُ للضوءِ بالنفاذِ، لكنَّها لا تسمحُ بنفاذِ صورةٍ واضحةٍ.

معتمٌ: صفةٌ للجسمِ الذي ليسَ شفّافًا أو ليسَ شبهَ شفّافٍ لا يسمحُ بمرورِ الضوءِ ولا تُرى الأجسامُ من خلالِها.

ألوانُ الأجسامِ Colors of objects

كيفَ يُحدَّدُ لونُ جسمٍ؟ يرى الناسُ الأطوالَ الموجيَّةَ المرئيَّةَ المختلفةَ للضوءِ كألوانٍ مختلفةٍ، حيثُ يُرى أطولُها كلونٍ أحمرَ، وأقصرُها كلونٍ بنفسجيٍّ.

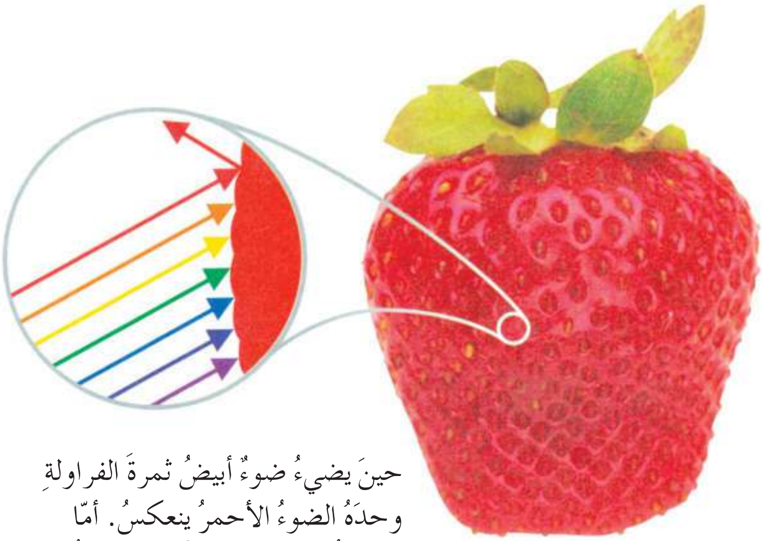
يتحدَّدُ لونُ جسمٍ بالأطوالِ الموجيَّةِ للضوءِ الذي يصلُ إلى عينَيْكَ من هذا الجسمِ. يصلُ الضوءُ إلى عينَيْكَ بعد انعكاسِهِ عن هذا الجسمِ أو نفاذِهِ خلالَه. حينَ تستقبلُ عيناكَ الضوءَ تبعثانِ إشاراتٍ إلى دماغِكَ. ويفسِّرُ دماغُكَ الإشاراتِ كألوانٍ.

تحقَّقْ
أعطِ مثالَيْنِ على أجسامٍ شفّافةٍ.

الشكلُ ٣ الأجسامُ المعتمةُ واللونُ



الوبرُ الأبيضُ على جلدِ هذه البقرةِ يعكسُ كلَّ الألوانِ، في حينِ أنَّ الوبرَ الأسودَ يمتصُّ كلَّ الألوانِ.



حينَ يضيءُ ضوءٌ أبيضُ ثمرةَ الفراولةِ وحدَهُ الضوءُ الأحمرُ ينعكسُ. أمّا الألوانُ الأخرى فتمتصُّها الفراولةُ. لذلك ترى الفراولةَ حمراءَ.

ألوانُ الأجسامِ المعتمةِ Colors of opaque objects

حين يسقطُ ضوءٌ أبيضُ على جسمٍ معتمٍ يمتصُّ بعضَ الألوانِ، ويعكسُ بعضَها الآخرَ. وحدَهُ الضوءُ المنعكسُ يصلُ إلى عينَيْكَ. خلاصةُ القولِ أنَّ الألوانَ التي يعكسُها الجسمُ المعتمُ هي التي تُحدِّدُ اللونَ الذي تراهُ للجسمِ. إذا كانَ قميصٌ يعكسُ الضوءَ الأزرقَ، مثلاً، ويمتصُّ كلَّ الألوانِ الأخرى، فإنَّكَ ترى القميصَ أزرقَ اللونِ. مثالٌ آخرُ على ذلكَ يبيِّنُهُ **الشكلُ ٣**، إلى جهةِ اليمينِ.

ما الألوانُ التي يعكسُها جسمُ البقرةِ الظاهرةِ في يسارِ **الشكل ٣**؟ تذكَّرْ أنَّ الضوءَ الأبيضَ يحتوي على جميعِ الألوانِ. وهكذا فإنَّ الأجسامَ البيضاءَ، كوبرِ البقرةِ الأبيضِ، تبدو كذلك لأنَّ كلَّ الألوانِ تنعكسُ عليها. من ناحيةٍ أخرى، فإنَّ الأسودَ يمثِّلُ غيابَ اللونِ، فحينَ يسقطُ الضوءُ الأبيضُ على جسمٍ أسودَ فإنَّ جميعَ الألوانِ تُمتصُّ.

تحقَّقْ

ماذا يحدثُ حينَ يسقطُ ضوءٌ أبيضُ على جسمٍ معتمٍ ملوَّنٍ؟

ألوانُ الأجسامِ الشفّافةِ وشبهِ الشفّافةِ
Colors of transparent and translucent objects

تتحدَّدُ ألوانُ الأجسامِ الشفّافةِ وشبهِ الشفّافةِ بطريقةٍ مختلفةٍ عن طريقةِ تحديدِ ألوانِ الأجسامِ المعتمةِ. زجاجُ النوافذِ عادةً لا لونَ له في الضوءِ الأبيضِ، لأنَّهُ يسمحُ بنفاذِ كلِّ الألوانِ التي تسقطُ عليهِ. لكنَّ بعضَ الأجسامِ الشفّافةِ ملوَّنةٌ. حين تنظرُ عبرَ أجسامٍ ملوَّنةٍ شفّافةٍ أو شبهِ شفّافةٍ، ترى لونَ الضوءِ النافذِ عبرَ المادَّةِ. أمّا الألوانُ الأخرى فتكونُ قد امتُصَّتْ كما يظهرُ في **الشكلِ ٤**.



الشكلُ ٤ هذه القارورةُ خضراءُ لأنَّ البلاستيكَ الذي صُنعَتْ منهُ يسمحُ بنفاذِ الضوءِ الأخضرِ عبرَهُ.

مُراجعةُ القسمِ

ملخّص

- تكونُ الأجسامُ شفّافةً أو شبهَ شفّافةٍ أو معتمةً بحسبِ قابليَّتِها لأنْ ينفذَ الضوءُ من خلالِها.
- تُحدَّدُ ألوانُ الأجسامِ المعتمةِ بالضوءِ الملوَّنِ الذي تعكسُهُ.
- تُحدَّدُ ألوانُ الأجسامِ الشفّافةِ وشبهِ الشفّافةِ بالضوءِ الملوَّنِ الذي تسمحُ له بالنفاذِ من خلالِها.
- الضوءُ الأبيضُ خليطٌ من كلِّ الأضواءِ الملوَّنةِ.

مراجعةُ المفرداتِ والمفاهيمِ

١. اكتبْ بأسلوبِكَ جملةً تعبِّرُ عن العلاقةِ بين مفهومَي: النفاذِ والشفّافِ.

٢. وضِّحِ المقصودَ بكلٍّ من: شبهِ شفّافٍ ومعتمٍ.

استيعابُ الأفكارِ الرئيسةِ

٣. يُمكنُكَ أن ترى من خلالِ نافذةِ السيّارةِ، لأنَّ النافذةَ جسمٌ:
   أ. معتمٌ.
   ب. شبهُ شفّافٍ.
   ج. شفّافٌ.
   د. قابلٌ للنفاذِ.

٤. اذكرْ وصِفْ ثلاثَ طرائقَ لتفاعلِ الضوءِ مع المادَّةِ.

٥. كيفَ يُحدَّدُ لونُ جسمٍ معتمٍ؟

٦. كيفَ يُحدَّدُ لونُ جسمٍ شفّافٍ؟

تفكيرٌ ناقدٌ

٧. **تطبيقُ المفاهيمِ**: ماذا يحدثُ لمختلفِ الأضواءِ الملوَّنةِ حينَ يُسلَّطُ ضوءٌ أبيضُ على جسمٍ معتمٍ بنفسجيٍّ؟

تفسيرُ الأشكالِ التخطيطيَّةِ

٨. انظرْ إلى الصورةِ التاليةِ. لقد صُوِّرَتِ الوردةُ الحمراءُ بالضوءِ الأحمرِ. فسِّرْ لماذا تظهرُ الأوراقُ سوداءَ والبتلاتُ حمراءَ.



مُراجَعَةُ الْفَصلِ

مراجعةُ المُفرداتِ والمفاهيم

١. ضعْ أمامَ تعريفِ المفردةِ حرفَ المفردةِ الصحيحةِ.
أ. الاستطارةُ.
ب. شبهُ الشفّافِ.
ج. الموجاتُ الكهرومغناطيسيَّةُ.
د. الإشعاعُ.
هـ. المعتمُ.
و. النفاذُ.
ز. الطيفُ الكهرومغناطيسيُّ.
_____ نقلُ الطاقةِ بواسطةِ موجاتٍ كهرومغناطيسيَّةٍ.
_____ هذا الكتابُ مثالٌ عليه.
_____ الضوءُ نوعٌ منها، ويُمكنُها أن تنتقلَ عبرَ مادَّةٍ أو عبرَ الفراغِ.
_____ ينتقلُ الضوءُ من خلالِهِ عبرَ مادَّةٍ.

استيعابُ الأفكارِ الرئيسةِ

اختيارٌ من مُتعدِّدٍ

٢. تنقلُ الموجاتُ الكهرومغناطيسيَّةُ:
أ. شحناتٍ.
ب. مجالاتٍ.
ج. مادَّةً.
د. طاقةً.

٣. الأجسامُ التي تسمحُ بنفاذِ الضوءِ من خلالِها بسهولةٍ، هي:
أ. معتمةٌ.
ب. شبهُ شفّافةٍ.
ج. شفّافةٌ.
د. ملوَّنةٌ.

٤. ترى طيفَكَ في المرآةِ بسببِ:
أ. الامتصاصِ.
ب. الاستطارةِ.
ج. الانعكاسِ المنتظمِ.
د. الانعكاسِ غيرِ المنتظمِ.

٥. يُنتِجُ المنشورُ ألوانَ قوسِ المطرِ بواسطةِ:
أ. الانعكاسِ غيرِ المنتظمِ.
ب. الانعكاسِ المنتظمِ.
ج. الانكسارِ.
د. الامتصاصِ.

٦. أيُّ نوعٍ من الموجاتِ الكهرومغناطيسيَّةِ هو الأسرعُ في الفراغِ؟
أ. موجاتُ الراديو.
ب. الضوءُ المرئيُّ.
ج. أشعَّةُ كاما.
د. كلُّها تنتقلُ بالسرعةِ نفسِها.

٧. الموجاتُ الكهرومغناطيسيَّةُ مكوَّنةٌ من:
أ. جسيماتٍ تهتزُّ.
ب. جسيماتٍ مشحونةٍ تهتزُّ.
ج. مجالٍ كهربائيٍّ ومجالٍ مغناطيسيٍّ يهتزّانِ.
د. كلِّ ما وردَ.



إجابةٌ قصيرةٌ

٨. كيفَ تُستخدَمُ أشعَّةُ كاما؟

٩. اذكرِ استخدامَيْنِ لموجاتِ الراديو.

١٠. لماذا تصعبُ الرؤيةُ عبرَ زجاجٍ مسنفرٍ؟

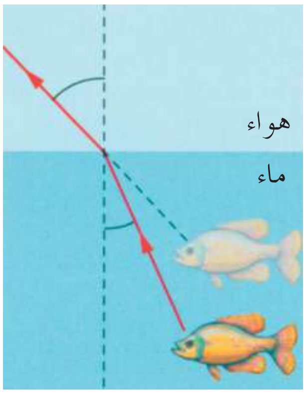
مهاراتٌ رياضيّاتٌ

١١. احسبِ الزمنَ الذي يستغرقُهُ وصولُ الضوءِ المنطلقِ من الشمسِ إلى كوكبِ عطاردَ الذي يبعدُ مسافةَ 54 900 000 km عن الشمسِ.

تفكيرٌ ناقدٌ

١٢. **خريطةُ المفاهيمِ:** وظِّفِ المفاهيمَ التاليةَ لوضعِ خريطةِ مفاهيمَ: **الضوءُ، المادَّةُ، الانعكاسُ، الامتصاصُ، النفاذُ.**

١٣. **تطبيقُ المفاهيمِ:** الخرشنةُ نوعٌ من الطيورِ يغوصُ في الماءِ ليلتقطَ الأسماكَ. حينَ يبدأُ طائرُ الخرشنةِ تعلُّمَ التقاطِ السمكِ وهو صغيرٌ، لا ينجحُ كثيرًا. على هذا الطائرِ أن يتعلَّمَ أنَّ السمكةَ حينَ تبدو في موقعٍ ما تحتَ الماءِ، تكونُ في موقعٍ مختلفٍ في الحقيقةِ. لماذا يرى طائرُ الخرشنةِ السمكةَ في الموقعِ الخطأِ؟



١٤. **استدلال:** إذا تأمَّلْتَ موقفًا للسيّاراتِ في فصلِ الصيفِ، ترى ستائرَ واقيةً من الشمسِ وُضِعَتْ على زجاجِ السيّاراتِ. كيف تساهمُ الستائرُ الواقيةُ من الشمسِ في إبقاءِ داخلِ السيّارةِ باردًا؟

تفسيرُ الأشكالِ التخطيطيَّةِ

١٥. تُبيِّنُ كلٌّ من الصورِ التاليةِ تأثيرًا لتفاعُلِ موجاتٍ ضوئيَّةٍ. حدِّدِ التفاعلَ الذي تشملُهُ كلُّ صورةٍ.

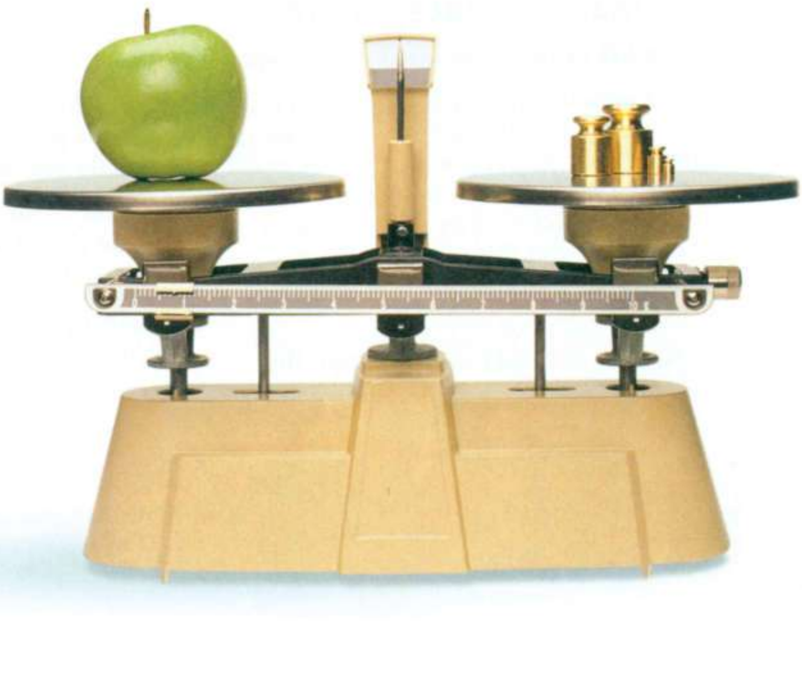
أ.


ب.


ج.


المحتويات





مهاراتُ الدراسةِ

تعليماتٌ حولَ ملفِّ الملاحظاتِ



هل حاولْتَ الاستعدادَ لاختبارٍ أو لامتحانٍ سريعٍ ولم تكنْ تعرفُ من أين تبدأُ؟ أو هل قرأْتَ درسًا ووجدْتَ أنّكَ لا تتذكَّرُ سوى بعضِ الأفكارِ؟ حسنًا، ملفُّ الملاحظات وسيلةٌ مسلّيةٌ ومثيرةٌ تساعدُك على تعلمِ واستذكارِ الأفكارِ العلميَّةِ التي تواجهُها وأنتَ تتعلَّمُ العلومَ!

ملفاتُ الملاحظاتِ أدواتٌ يمكنُك استخدامُها في تنظيمِ المفاهيمِ. بالتركيزِ على بعضِ المفاهيمِ الأساسيَّةِ، يمكنُ لملفِّ الملاحظاتِ أن يعلِّمكَ ويذكِّركَ كيف ترتبطُ المفاهيمُ معًا. يساعدُك ملفُّ الملاحظاتِ على بناءِ صورةٍ شاملةٍ. سوف تجدُ أدناه تعليماتٍ لكيفيَّةِ القيامِ بإعدادِ ١٠ ملفّاتِ ملاحظاتٍ مختلفةٍ.

هرمٌ

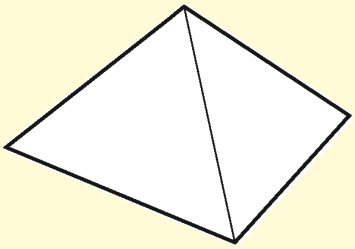
١ ضعْ أمامَك ورقةً بيضاء. قمْ بطيِّ الزاويةِ اليُسرى من الورقةِ قطريًّا نحوَ الطرفِ المُقابل للورقةِ.

٢ قصَّ الطرفَ الأعلى الزائدَ نتيجةَ الطيِّ.

٣ افتحِ الورقةَ. سوف تحصلُ على مربَّعٍ. قمْ بطيِّ الزاويةِ اليمنى أيضًا قطريًّا نحو الطرفِ المُقابل، لتحصلَ على شكلِ مُثلَّثٍ.

٤ افتحِ الورقةَ. سوف تكوَّنُ علامتا الطيِّ الشكلَ x.

٥ قصَّ بوساطةِ مقصٍّ، وفقَ إحدى علامتي الطيِّ. ابتدئْ من أيِّ زاويةٍ، وتوقَّفْ في مركزِ الورقةِ مُشكِّلاً طرفَيْن. استخدمْ شريطًا لاصقًا، أو لاصقًا سائلاً، لتثبيتِ طرفٍ على طرفٍ آخرَ.



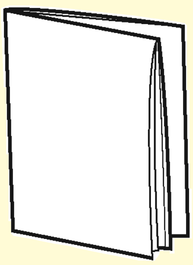
كُتيِّبٌ

١ قمْ بطيِّ ورقةٍ من منتصفِها عرضيًّا.

٢ قمْ بطيِّ الطيَّةِ عرضيًّا.

٣ قُصَّ بواسطةِ مقصٍّ وفقَ علامتَي الطيِّ اللتيْن حَصلْتَ عليهما في الخطوةِ رقم 1. لا تقصَّ كاملَ الخطِّ.

٤ لقدْ حصلْتَ على كتيّبٍ من أربعِ أوراقٍ.



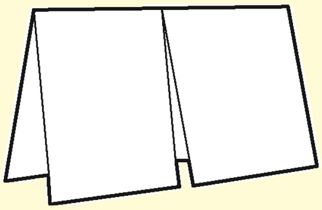
الملحق

جدولٌ ثنائيُّ اللوحاتِ

١ قمْ بطيِّ ورقةٍ من منتصفِها عرضيًا.

٢ قمْ بطيِّ الورقةِ طوليًا. ثمَّ افتحِ الورقةَ بحيث ترى المقطعَيْن.

٣ قُصَّ بوساطةِ مقصٍّ من أعلى علامةِ الطيِّ الرأسيَّةِ حتى تصلَ إلى علامةِ الطيِّ المركزيَّةِ. حصلْتَ الآنَ على طرفَيْن متدليَيْن.



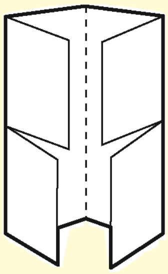
رباعيُّ الطيّاتِ

١ قمْ بطيِّ ورقةٍ من منتصفِها عرضيًا. ثم افتحِ الورقةَ.

٢ قمْ بطيِّ كلٍّ من الجزءَيْن عرضيًا، حتى علامةِ الطيِّ المركزيَّةِ.

٣ قمْ بطيِّ الورقةِ من منتصفِها طوليًا. ثم افتحِ الورقةَ.

٤ قُصَّ، بوساطةِ مقصٍّ، علامةَ الطيِّ التي تشكَّلَتْ في الخطوةِ 3، لكي تشكِّلَ 4 ألسنٍ.

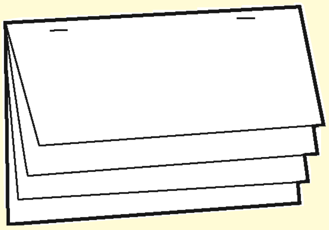


كتابٌ من طبقاتٍ

١ ضعْ ورقةً فوقَ ورقةٍ أخرى. أزحِ الورقةَ العليا بحيثُ يظهرُ حوالي 2 cm من أسفلِ الورقةِ الخلفيَّةِ.

٢ أمسكْ بالورقتَيْن معًا، قمْ بطيِّهما عرضيًا بحيثُ تشاهدُ أربعَ حواشٍ بعرضِ 2 cm من كلِّ ورقةٍ.

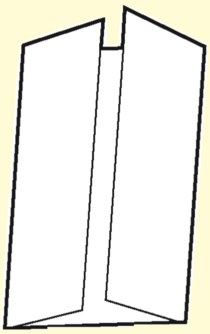
٣ اكبسْ أعلى الملفِّ بواسطةِ دبّاسةٍ.



مصراعا بابٍ

١ قمْ بطيِّ ورقةٍ من منتصفِها عرضيًا، ثم افتحِ الورقةَ.

٢ قمْ أيضًا بطيِّ الجزءَيْنِ العلويِّ والسفليِّ من الورقةِ حتى علامةِ الطيِّ عندَ منتصفِ الورقةِ، للحصولِ على مصراعَيْن.



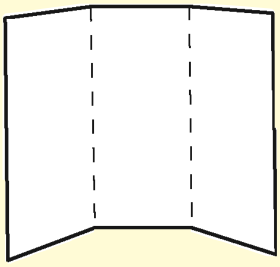


مطويةٌ ثلاثيّةٌ

١ قمْ بطيِّ ورقةٍ بشكل ثلاثيٍّ عرضيًّا.

٢ افتحِ الورقةَ بحيثُ تشاهدُ ثلاثةَ أقسامٍ.

٣ استخدمْ قلمًا لتضعَ خطًّا فوقَ علاماتِ الطي. عنونِ الأعمدةَ بـ «أعرف»، «أريدُ أن أعرف»، «تعلَّمت».

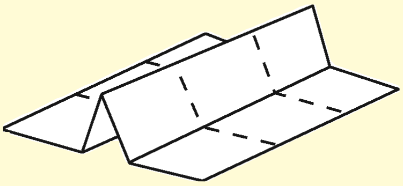


الجدولُ المطويُّ

١ قمْ بطيِّ ورقةٍ من منتصفِها عرضيًّا، ثم قمْ بطيِّ كلِّ نصفٍ حتى علامةِ الطيِّ المركزيَّةِ.

٢ قمْ بطيِّ الورقةِ طوليًّا إلى ثلاثِ طيّاتٍ.

٣ افتحِ الورقةَ بشكلٍ كاملٍ. استخدمْ قلمًا لترسمَ بتأنٍّ خطوطًا على علاماتِ الطيِّ.

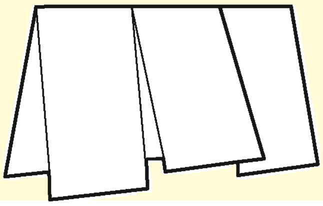


جدولٌ ثلاثيُّ اللوحاتِ

١ قمْ بطيِّ ورقةٍ في وسطِها عرضيًّا.

٢ قمْ بطيِّ الورقةِ بشكلٍ ثلاثيٍّ من جهةٍ إلى جهةٍ. ثمَّ افتحِ الورقةَ، بحيثُ تستطيعُ رؤيةَ المقاطعِ الثلاثةِ.

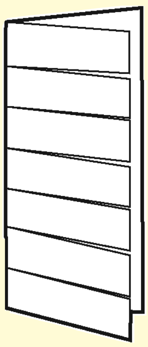
٣ قصَّ الورقةَ عند خطَّيِ الطيِّ اللذَيْن أحدثْتَهما في الخطوةِ 2، إلى خطِّ الطيِّ الوسطيِّ. سوف تحصلُ على ثلاثِ لوحاتٍ.



بطاقةُ مفرداتٍ

١ قمْ بطيِّ ورقةٍ مُخطَّطةٍ بمربّعاتٍ من منتصفِها، طوليًّا.

٢ قُصَّ بوساطةِ مقصٍّ كلَّ ثلاثةِ أسطرٍ، من الطرفِ الأيمنِ للورقةِ حتى علامةِ الطيِّ المركزيَّةِ، لتشكيلِ ألْسُنٍ.





تعليماتٌ حولَ المنظِّمِ البيانيِّ

المنظم البياني

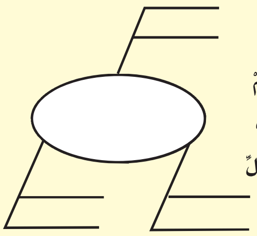
هل تمنَّيتَ يومًا أن «تستخرجَ» المفاهيمَ المتعدِّدةَ التي تعلَّمْتَها في صفِّ العلوم؟ إذا رأيْتَ كيفَ تترابطُ المفاهيمُ، فقد يساعدُكَ ذلكَ على تذكُّرِ ما تعلَّمتَه. تقومُ المنظِّماتُ البيانيَّةُ بذلك تحديدًا. إنّها تعطيكَ طريقةً لاستخراجِ المفاهيمِ أو تنظيمِها. كلُّ ما يلزمُكَ لإنجازِ منظِّمٍ بيانيٍّ هو ورقةٌ وقلمٌ. سوف تجدُ أدناهُ تعليماتٍ لأربعةِ منظِّماتٍ بيانيَّةٍ مختلفةٍ معدَّةٍ لتساعدَكَ على تنظيمِ المفاهيمِ التي تعلَّمْتَها في هذا الكتابِ.

خريطةٌ متشعِّبةٌ

١ ارسمِ المُخطَّطَ المقابلَ. اكتبْ، داخلَ الدائرةِ، الموضوعَ الرئيسَ.

٢ انطلاقًا من الدائرةِ، ارسمْ أذرعًا تمثِّلُ مختلفَ فئاتِ الموضوعِ الرئيسِ. يمكنُكَ أن تطرحَ قدرَ ما تريدُ من عددِ الفئاتِ.

٣ انطلاقًا من أذرعِ الفئاتِ، ارسمْ خطوطًا أفقيَّةً. خلالَ دراستِكَ للفصلِ، اكتبِ التفاصيلَ عن كلِّ فئةٍ على الخطوطِ الأفقيَّةِ.

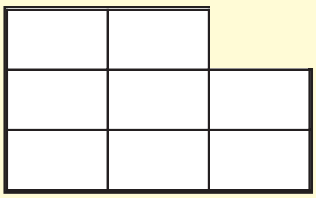


جدولُ مقارنةٍ

١ ارسمِ الجدولَ المقابلَ. يمكنُ لجدولِكَ أن يحتويَ على صفوفٍ وأعمدةٍ قدرَ ما تريدُ.

٢ اكتبْ في الصفِّ الأعلى الموضوعاتِ التي تريدُ أن تقارنَها.

٣ اكتبْ في العمودِ الأيمنِ الخصائصَ المُميِّزةَ للموضوعاتِ التي تودُّ أن تقارنَها. خلالَ دراستِكَ للفصلِ، ضعِ الخصائصَ المُميِّزةَ لكلِّ موضوعٍ في المُربَّعاتِ المُخصَّصةِ.

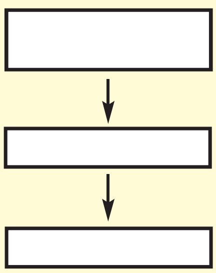


خريطةُ أحداثٍ متسلسلةٍ

١ ارسمْ مستطيلاً. اكتُبْ في المستطيلِ، الخطوةَ الأولى في عمليَّةٍ ما، أو الحدثَ الأوَّلَ في خطٍّ زمنيٍّ ما.

٢ ارسمْ تحتَ المستطيلِ، مستطيلاً آخرَ واستخدمْ سهمًا للتوصيلِ بينَ المستطيلَيْنِ. اكتبْ في المستطيلِ الثاني الخطوةَ التاليةَ من العمليَّةِ أو الحدثَ التاليَ من الخطِّ الزمنيِّ.

٣ استمرَّ في إضافةِ المستطيلاتِ حتى انتهاءِ العمليَّةِ، أو الخطِّ الزمنيِّ.

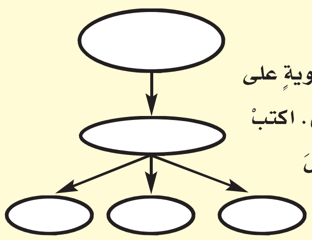


خريطةُ مفاهيمَ

١ ارسمْ دائرةً في وسطِ الورقةِ. اكتبْ في وسطِ الدائرةِ الفكرةَ الرئيسةَ للفصلِ.

٢ انطلاقًا من الدائرةِ، ارسمْ دوائرَ أخرى. اكتبْ في الدوائرِ ميزاتِ الفكرةِ الرئيسةِ. ارسمْ أسهمًا من الدائرةِ المركزيَّةِ باتّجاهِ الدوائرِ التي تحتوي على الميزاتِ.

٣ انطلاقًا من كُلِّ دائرةٍ محتويةٍ على ميزةٍ ما، ارسمْ دوائرَ أخرى. اكتبْ في الدوائرِ الأخيرةِ تفاصيلَ نوعيَّةً عن الميزاتِ. ارسمْ أسهمًا من كُلِّ دائرةٍ محتويةٍ على ميزةٍ باتِّجاهِ الدوائرِ المحتويةِ على التفاصيلِ النوعيَّةِ. بإمكانِكَ رسمُ عددٍ من الدوائرِ بقدرِ ما تريدُ.



إنجازُ الرسومِ البيانيَّةِ

الرسومُ البيانيَّةُ الدائريَّةُ

يُبيِّنُ الرسمُ البيانيُّ الدائريُّ كيفَ ترتبطُ كلُّ مجموعةٍ من البياناتِ بكاملِ البياناتِ. يمثلُ كلُّ قسمٍ من الدائرةِ فئةً من البياناتِ. ويمثِّلُ كاملُ الدائرةِ مُجملَ البياناتِ. مثلاً، عدد المدارس في تربية كويسنجق للعام الدراسي ٢٠٠٩ – ٢٠١٠. يبيّنُ الجدولُ البيانيُّ المقابلُ عددَ المدارسِ لكلُ مرحلةٍ من المراحل.

عدد المدارس في تربية كويسنجق

المراحل	العدد
رياض الاطفال	١٢
الأساسي	٤٦
الثانويات	٦
الإعدادي	١٠
المجموعُ	٧٤

١ إذا أردتَ أن تُنجزَ رسمًا بيانيًا دائريًا لهذهِ البيانات يجبُ في البدايةِ حسابُ النسبةِ المئويَّةِ لعددِ المراحل. لأجل ذلك اقسم عدد المدارس لكل مرحلة على العدد الكلي للمدارس.

رياض الأطفال : $\frac{١٢}{٧٤} \times ١٠٠ = ١٦$ ٪

الاساسي: $\frac{٤٦}{٧٤} \times ١٠٠ = ٦٢$ ٪

الثانويات: $\frac{٦}{٧٤} \times ١٠٠ = ٨$ ٪

الإعدادي: $\frac{١٠}{٧٤} \times ١٠٠ = ١٤$ ٪

٢ احسُبِ الآنَ قياسَ زوايا قطاعاتِ الخريطةِ الدائريَّةِ بأنْ تضربَ كلَّ نسبةٍ مئويَّةٍ بـ ٣٦٠°.

١٦٪ × ٣٦٠° = تقريبًا ٥٧°

٦٢٪ × ٣٦٠° = تقريبًا ٢٢٣°

٨٪ × ٣٦٠° = تقريبًا ٢٩°

١٤٪ × ٣٦٠° = تقريبًا ٥١°

٣ تأكَّدِ الآنَ من أنَّ مجموعَ النسبِ المئويَّةِ هو ١٠٠٪، وأن مجموعَ الدرجاتِ هو ٣٦٠°.

١٦٪ + ٦٢٪ + ٨٪ + ١٤٪ = تقريبًا ١٠٠٪

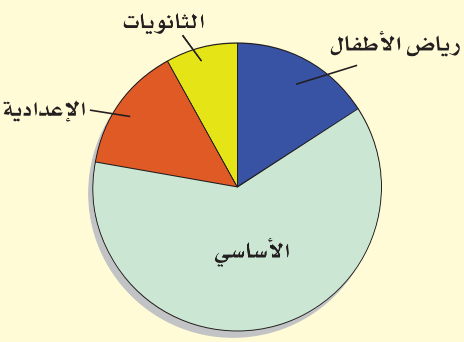
٥٧° + ٢٢٣° + ٢٩° + ٥١° = تقريبًا ٣٦٠°.

٤ استخدمِ الفرجارَ لرسمِ دائرةٍ، وعلِّمْ مركزَها.

٥ استخدمِ المنقلةَ لرسمِ الزوايا:
٥٧°، ٢٢٣°، ٥١°، ٢٩° في الدائرة.

٦ في النهايةِ، ضع اسمًا لكلِّ قطاعٍ من الرسمِ البيانيِّ، واخترِ العُنوانَ المُناسبَ.

النسبة المئوية لعدد المدارس في تربية كويسنجق للعام الدراسي ٢٠٠٩ - ٢٠١٠



الرسومُ البيانيَّةُ الخطّيَّةُ

غالبًا ما تُستخدمُ الرسومُ البيانيَّةُ الخطّيَّةُ لإظهارِ التغيُّراتِ المُتواصلة. قاسَ طلابُ الصفِّ التاسعِ قابليَّةَ ذوبانِ الملحِ في الماءِ، عندَ درجاتِ حرارةٍ مختلفةٍ للمحلولِ، فتوصَّلوا إلى البياناتِ الواردةِ في الجدولِ المُقابل.

بما أن درجةَ الحرارةِ تتغيَّر، وكذلكَ قابليَّةُ الذوبان، فقدِ اتُّخذا **كمتغيِّريْن**. حيثُ ترتبطُ قابليَّةُ الذوبانِ بدرجةِ الحرارة. لذلكَ يُطلقُ على قابليَّةِ الذوبانِ اسمُ **المُتغيِّرِ التابعِ**، وعلى درجةِ الحرارةِ اسمُ **المتغيِّرِ المستقلِّ**. كما أنَّ كلَّ مجموعةٍ منَ البياناتِ هي **زوجُ بياناتٍ**. لتحضيرِ الرسمِ البيانيِّ الخطّيِّ، يجبُ في البدايةِ تنظيمُ أزواجِ البياناتِ في جدْولٍ مُشابهٍ للجدْولِ المُقابل. هناك متغيِّراتٌ أخرى يتمُّ ضبطُها في هذا النوعِ من الاستقصاءِ من مثلِ حجمِ المذيبِ ونوعِه.

قابليَّةُ ذوبانِ الملحِ في الماءِ بحسبِ درجةِ حرارةِ المحلولِ

درجةُ الحرارةِ (˚C)	الذوبانيَّةُ (g/100 mL)
0	80
20	107
40	133
60	170
80	200
100	223

كيفَ تُنشئُ رسمًا بيانيًّا

١ ضعِ المُتغيِّرَ المُستقلَّ على محْورِ X وضعِ المتغيّرَ التابعَ على محورِ Y .

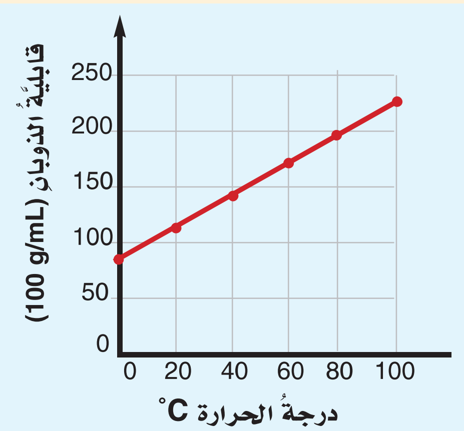
٢ ضعْ لمحْورِ X العنوانَ «درجةُ الحرارة»، لا تنسَ الوحدةَ (˚C). ثم ضعْ لمحْورِ Y العنوانَ «الذوبانيَّة»، مُضيفًا الوحدةَ (100 g/mL). ضعْ مقياسًا معيَّنًا لمحْورِ Y بحيثُ يؤمِّنُ حيِّزًا كافيًا لهذهِ القيَم. عليكَ استخدامَ المقياسِ نفسِه لكاملِ المحْور. جِدْ أيضًا مقياسًا مُلائمًا لمحْورِ X.

٣ اخترْ نقاطًا معقولةً يبدأُ بها كلُّ محْور.

٤ ضعْ أزواجَ البياناتِ بدقَّةٍ في مواقعِها.

٥ اخترْ عنوانًا يمثِّلُ البيانات.

تغيُّرُ قابليَّةِ ذوبانِ الملحِ في الماءِ معَ تغيُّرِ درجةِ الحرارةِ



كيفَ يُحدَّدُ المَيلُ

١ المَيلُ هو حاصلُ قسمةِ التغيُّرِ في محورِ Y على التغيُّرِ في محورِ X.

٢ اخترْ نقطتيْنِ منَ الخطِّ البيانيِّ. كأنْ تأخذَ قابليَّةَ الذوبانِ عندَ درجةِ الحرارةِ ˚C 40، مثلًا، وهي 133 g/ l00 mL. هكذا يمكنُكَ تعريفُ النقطةِ «أ» بـ (40، 133). وعندَ درجةِ الحرارةِ ˚C 100، تكونُ قابليَّةُ الذوبانِ 223 g/100 mL. بذلكَ تُعرَّفُ النقطةُ «ب» بـ (100، 223).

٣ جِدِ التغيُّرَ في محورِ Y:

(y النقطةُ «ب») - (y النقطةُ «أ»)

223-133 = 90 g/ 100 mL

٤ جِدِ التغيُّرَ في محورِ X:

(X النقطةُ «ب») - (X النقطةُ «أ»)

100 – 40 = 60˚C

٥ احسبْ مَيلَ الخطِّ البيانيِّ بقسمةِ التغيُّر في Y على التغيُّر في X:

$$\text{الميل} = \frac{\text{التغيُّر في y}}{\text{التغيُّر في x}} = \frac{90\ g / 100\ mL}{60°\ C}$$

المَيل = 1.5 g/100 mL لكلِّ درجةٍ سيلزيّة

في هذا المثالِ تزدادُ قابليَّةُ الذوبانِ بمقدارٍ ثابتٍ كلَّ مرَّةٍ ترتفعُ فيها درجةُ الحرارةِ درجةً سيلزيَّةً واحدةً. لذا يكونُ الرسمُ البيانيُّ خطًّا مستقيمًا. فنقولُ إنَّ العلاقةَ بينَ المُتغيِّرَيْن **خطّيَّةٌ**. لكنْ عندمَا يكونُ الرسمُ البيانيُّ لمجموعةِ بياناتٍ ليسَ خطًّا مُستقيمًا، فنقولُ إنَّ العلاقةَ **غيرُ خطّيَّةٍ**.

الأعمدةُ البيانيَّةُ

تُستخدمُ الأعمدةُ البيانيَّةُ لإظهارِ التغيُّراتِ غيرِ المُتواصلة. يمكنُ استخدامُ هذهِ الرسومِ البيانيَّةِ للدلالةِ على توجُّهاتٍ مُعيَّنةٍ، عندمَا تؤخذُ البياناتُ على مدى فترةٍ زمنيَّةٍ طويلةٍ نسبيًّا.

يُبيِّنُ الجدولُ المقابلُ نصيبَ الفردِ (بآلافِ الدولارات) من إجماليِّ الناتجِ المحلّيِّ.

نصيب الفرد من إجمالي الناتج المحلّيِّ في الأعوامِ من 1990 إلى 2000

العامُ	نصيبُ الفرد (بآلافِ الدولارات)	العامُ	نصيبُ الفرد (بآلافِ الدولارات)
1990	18,3	1996	19,4
1991	17,7	1997	18,7
1992	17,4	1998	17,1
1993	16,9	1999	18,7
1994	16,3	2000	21,3
1995	17,8		

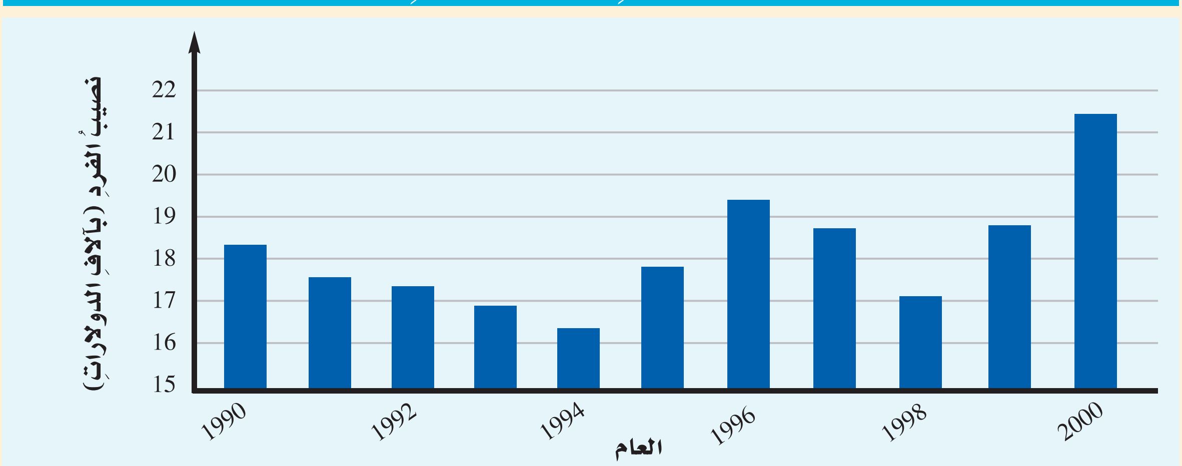
كيف نُنجزُ الأعمدةَ البيانيّةَ

١ استخدمْ مقياسًا مُلائمًا ونقطةَ بدايةٍ ممكنةً لكلِّ محوَرٍ.

٢ عنونِ المحاورَ، وارسمِ البياناتِ.

٣ اخترْ عنوانًا يمثِّلُ البياناتِ بدقَّةٍ.

نصيبُ الفردِ من إجماليِّ الناتجِ المحلّيِّ في الأعوامِ من 1990 إلى 2000



وحداتُ القياس

الأعدادُ كقياسات

يُجري العلماءُ التجاربَ لاختبارِ الفرضيّاتِ العلميَّةِ. وخلالَ تجاربِهم، يتوصَّلونَ إلى أعدادٍ، باستخدامِ القياس.

تختلفُ تلكَ الأعدادُ عن الأعدادِ التي نتعاملُ بها في الرياضيّاتِ. فالرقمُ 8 يمكنُ استخدامُهُ بمفردِهِ في مُعادلةٍ رياضيَّةٍ، ولا يعدو كونَهُ رقمًا. لكنَّهُ في القياساتِ العلميَّةِ قد يكونُ قياسًا لطولٍ أو لكتلةٍ أو لزمنٍ، أو لأيِّ شيءٍ آخر. وإذا كانَ الرقمُ قياسًا للطولِ، فإنّ الوحدةَ المُستخدَمةَ في القياسِ قد تكونُ المترَ أو الكيلومترَ أو السنتيمترَ. لابُدَّ إذن أن يُمثِّلَ كلُّ عددٍ نحصلُ عليه بواسطةِ القياسِ كمّيَّةً معيَّنةً، وأن تكونَ له وحدةُ قياسٍ مُحدَّدةٌ.

النظامُ الدوليُّ للوحداتِ SI

عُقِدَ سنةَ 1960 مؤتمرٌ علميٌّ عامٌّ للأوزانِ والمقاييس، توافقَ فيه العُلماءُ على اعتمادِ نظامٍ موحَّدٍ للقياسِ سُمِّيَ النظامَ الدوليَّ للوحداتِ، اختصارُهُ SI. باستخدامِ هذا النظامِ الدوليِّ للوحداتِ، أصبحَ بمقدورِ العُلماءِ أن يتواصلوا فيما بينَهم بسهولةٍ. يوضحُ الجدْولُ التالي بعضَ الكمِّيّاتِ الفيزيائيَّةِ ووحدةَ قياسِ كلٍّ منها، في النظامِ الدوليِّ للوحداتِ (SI).

الجدول 1: بعضُ الكمِّيّاتِ الفيزيائيَّةِ ووحدةُ قياسِ كلٍّ منها في النظامِ الدوليِّ للوحداتِ.

الجدول 1 النظامُ الدوليُّ للوحداتِ SI			
الكمِّيّة	رمزُ الكمِّيّة	اسمُ الوحدة	رمزُ الوحدة
الطول	L	المتر	m
الكُتلة	M	الكيلوجرام	kg
الزمن	T	الثانية	s
شدَّةُ التيّارِ الكهربائي	I	الأمبير	A
المِساحة	A	المترُ المُربَّع	m^2
الحجم	V	المترُ المُكعَّب	m^3
الكثافة	D	(الكيلو جرامُ بالمترِ المُكعَّب)	kg/m^3
القُوَّة	F	النيوتن	N
الطاقة	E	الجول	J
القُدرة	P	الواط	W

الجدولُ ٢ بادئاتُ النظامِ الدوليّ

البادئة	الرمز	القيمة	مثال
ميغا mega	M	1 000 000	ميغاهرتز واحد 1×10^6 Hz = (1 MHz)
كيلو kilo	k	1 000	كيلوجرام واحد 1×10^3 g = (1 kg)
هيكتو hecto	h	100	هيكتولتر واحد 1×10^2 L = (1 hL)
ديكا deka	da	10	ديكامتر واحد 10 m = (1 dam)
		1	متر واحد 1 m =
ديسّي deci	d	0.1	ديسيلتر واحد 0.1 L = (1 dL)
سنتي centi	c	0.01	سنتيمتر واحد 0.01 m = 1(1 cm)
ملّي milli	m	0.001	ملّيلتر واحد 0.001 L = (1 mL)
ميكرو micro	μ	0.000 001	ميكرومتر واحد 0.000 001 m = (1 μm)
نانو nano	n	0.000 000 001	نانومتر واحد 10^{-9} m = (1 nm)

الجدولُ ٣ بعضُ تحويلاتِ وحداتِ الكمّيّاتِ الفيزيائيَّة

الطول	المساحة
الكيلومتر (km) = 1000 m	الكيلومتر المربّع (Km^2) = 100 ha
المتر (m) = 100 cm	الهكتار (ha) = 10 000 m^2
السنتيمتر (cm) = 0.01 m	المتر المربّع (m^2) = 10 000 cm^2
الملّيمتر (mm) = 0.001 m	الملّيمتر المربع (mm^2) = 0.01 cm^2
الميكرومتر (μm) = 0.000 001 m	السنتيمتر المربّع (cm^2) = 0.0001 m^2
النانومتر (nm) = 0.000 000 001 m	السنتيمتر المربّع (cm^2) = 100 mm^2
الحجم	**الكتلة**
المتر المُكعَّب (m^3) = 1 000 L = 1000 000 cm^3	الكيلوجرام (kg) = 1 000 g
الديسيّمتر المُكعَّب (dm^3) = 1L =1 000 cm^3	الجرام (g) = 1 000 mg
اللتر (L) = 1 000 mL = 1 dm^3	الملّيجرام (mg) = 0.001 g
الملّيلتر (mL) = 0.001 L = 1 cm^3	الميكروجرام (μg) = 0.000 001 g

المنهجيَّةُ العلميَّةُ

تسمّى سلسلةُ الخطواتِ التي يتّبعُها العلماءُ للإجابةِ عن الأسئلةِ البحثيَّةِ وحلِّ المشكلاتِ **المنهجيَّةَ العلميَّةَ**. توجدُ أكثرُ من طريقةٍ لاستخدامِ خطواتِ المنهجيَّةِ العلميَّةِ أو بعضِها فقط خلالَ استقصاءٍ ما. وقد يكرِّرون حتى بعضَ الخطواتِ. هدفُ المنهجيَّةِ العلميَّةِ إيجادُ إجاباتٍ وحلولٍ موثوقةٍ.

ستٌّ من خطواتِ المنهجيَّةِ العلميَّةِ

١ اطرحْ سؤالاً

الأسئلةُ الجيِّدةُ تأتي من **الملاحظاتِ** الدقيقةِ. قد تقومُ بالملاحظاتِ باستخدامِ حواسِّكَ لجمعِ المعلوماتِ. وقد تستخدمُ أحيانًا أجهزةً، مثلَ المجاهرِ والتلسكوباتِ، لتعزِّزَ حواسَّكَ. وأنتَ تلاحظُ عالمَ الطبيعةِ، سوفَ تكتشفُ أنَّ لديكَ أسئلةً أكثرَ من الإجاباتِ. هذه الأسئلةُ توجِّهُ عمليّاتِ الاستقصاءِ.

الأسئلةُ التي تبدأُ بـ «ماذا» و«كيف» ومتى» و«لماذا» مهمَّةٌ جدًّا في تحديدِ الاستقصاءِ. وهي غالبًا ما تؤدّي إلى فرضيَّةٍ. (ستتعرَّفُ الفرضيَّةُ في الخطوةِ القادمةِ). هنا نجدُ مثالاً على سؤالٍ يمكنُ أن يؤدّيَ إلى استقصاءٍ.

السؤالُ: كيف يؤثِّرُ المطرُ الحمضيُّ في نموِّ النباتاتِ؟

٢ ضعْ فرضيَّةً



بعد أن تطرحَ سؤالاً تحتاجُ إلى وضعِ فرضيَّةٍ. **الفرضيَّةُ** صيغةٌ واضحةٌ للجوابِ الذي تتوقّعُه عن سؤالِك. فرضيّتُكَ تمثِّلُ «أفضلَ تخمينٍ» مستندًا إلى ملاحظتِكَ وإلى ما تعرفُه أصلاً. الفرضيَّةُ الجيِّدةُ هي التي تكونُ قابلةً للاختبارِ. إذا لم يكنْ بالإمكانِ جمعُ الملاحظاتِ أو المعلوماتِ، أو تصميمُ تجربةٍ لاختبارِ فرضيَّتِكَ، تكونُ الفرضيَّةُ غيرَ قابلةٍ للاختبارِ، وبالتالي لن يذهبَ الاستقصاءُ إلى أبعدَ من ذلك. هذه فرضيَّةٌ تعتمدُ على السؤالِ: «كيفَ يؤثرُ المطرُ الحمضيُّ في نموِّ النباتاتِ؟»

الفرضيَّةُ: يُبطئُ المطرُ الحمضيُّ نموَّ النباتاتِ.

لاحظْ أنَّ الفرضيَّةَ تُفضي إلى بعضِ التوقُّعاتِ.

التوقُّعُ هو ما تعتقدُ أنه سيكونُ نتيجةَ التجربةِ أو نتيجةَ جمعِكَ للبياناتِ. تُسردُ التوقُّعاتُ عادةً بصيغةِ «إذا ...فسوف...». مثلاً، **إذا** وُضعَ لحمٌ عندَ درجةِ حرارةِ الغرفةِ، **فسوفَ** يفسدُ بسرعةٍ أكبرَ من اللحمِ الموضوعِ في الثلاّجةِ. يمكنُ اشتقاقُ أكثرَ من توقُّعٍ من فرضيَّةٍ واحدةٍ.

فيما يلي مثالٌ على توقُّعٍ متعلِّقٍ بفرضيَّةِ أنَّ المطرَ الحمضيَّ يبطئُ نموَّ النباتاتِ.

توقُّعٌ: **إذا** رُويَ نباتٌ بمطرٍ حمضيٍّ فقط (له رقمٌ هيدروجينيٌّ ٤) **فسوفَ** ينمو النباتُ بنصفِ سرعةِ نموِّهِ الطبيعيِّ.

٣ اختبرِ الفرضيَّةَ



بعدَ أن تكونَ قد وضعْتَ فرضيَّةً ووضعْتَ توقُّعًا، يجبُ أن تختبرَ فرضيَّتَكَ. هناك طرقٌ متنوِّعةٌ لتقومَ بذلك. قد تكونُ أكثرُ الطرقِ المألوفةِ هي إجراءُ تجربةٍ مضبوطةٍ. **التجربةُ المضبوطةُ** تختبرُ فقط عاملاً واحدًا لكلِّ تجربةٍ. تتضمَّنُ التجربةُ المضبوطةُ **مجموعةً مضبوطةً** و**مجموعةً تجريبيَّةً**. يجبُ أن تكونَ كلُّ العواملِ للمجموعةِ المضبوطةِ والمجموعةِ التجريبيَّةِ هي نفسُها ما عدا عاملاً واحدًا يُسمّى **المتغيِّرَ المستقلَّ**. بتغييرِ عاملٍ واحدٍ فقط، يمكنُكَ أن ترى نتائجَ تغيُّرٍ واحدٍ فقط. أحيانًا تجعلُ طبيعةُ الاستقصاءِ إجراءَ تجربةٍ مضبوطةٍ أمرًا مستحيلاً. مثلاً إذا أردْنا أن نرى تأثيرَ قطعِ غاباتِ منطقةٍ بكاملِها على حيوانٍ مهدَّدٍ بالانقراضِ فإنَّ من الصعبِ، بل من المستحيلِ لأسبابٍ كثيرةٍ، إجراءَ أيِّ تجربةٍ تقتضي قطعَ تلك الغاباتِ بالفعلِ. في مثلِ هذه الظروفِ،

قد تُختبرُ الفرضيَّةُ بإجراءِ ملاحظاتٍ مفصَّلة. أخذُ المقاييسِ والدراساتُ الميدانيَّةُ طرقٌ لجمعِ الملاحظات.

٤ حلِّلِ النتائجَ

بعد أن تكونَ قد أكملْتَ تجاربَك، وسجَّلْتَ ملاحظاتِك، وجمعْتَ بياناتِك، لا بُدَّ من أن تحلِّلَ كلَّ المعلوماتِ التي جمعْتَها. غالبًا ما تُستخدمُ الجداولُ والرسومُ البيانيَّةُ ضمنَ هذه الخطوةِ لتنظيمِ البيانات.

٥ استنتجْ

هل تدعمُ البياناتُ فرضيتك؟ لا / نعم

بالاعتمادِ على تحليلِ بياناتِك، يجبُ أن تستنتجَ إن كانتْ نتائجُك تدعمُ فرضيَّتَك أم لا. إذا دعمْتَها فقد تريدُ (أو يريدُ آخرون) تكرارَ الملاحظاتِ أو التجاربِ للتحقُّقِ من نتائجِك. وإذا لم تدعمِ البياناتُ فرضيَّتَك فيجبُ أن تدقِّقَ في إجراءاتِكَ لإيجادِ أخطاءٍ فيها. قد تضطرُّ إلى رفضِ فرضيَّتِك وصياغةِ فرضيَّةٍ جديدة. إذا لم تستطعْ تكوينَ استنتاجٍ من نتائجِك، فقد تضطرُّ إلى إعادةِ الاستقصاءِ ثانيةً، أو إجراءِ ملاحظاتٍ أو تجاربَ أُخرى.

٦ تواصَل حول النتائج

بعدَ أيِّ استقصاءٍ علميٍّ، يجبُ أن تبلغَ سواكَ بنتائجِك، عبرَ صياغةِ تقريرٍ مكتوبٍ، أو شفهيٍّ، لكي تعرِّفَ الآخرين بما فعلته وتعرَّفْتَهُ. يريدُ آخرون تكرارَ استقصائِك ليعرفوا إن كانوا سيحصلون على النتائجِ نفسِها. قد يؤدّي تقريرُك حتى إلى سؤالٍ آخرَ، يؤدّي بدورِه إلى استقصاءٍ آخرَ.

تطبيقُ المنهجيَّةِ العلميَّةِ

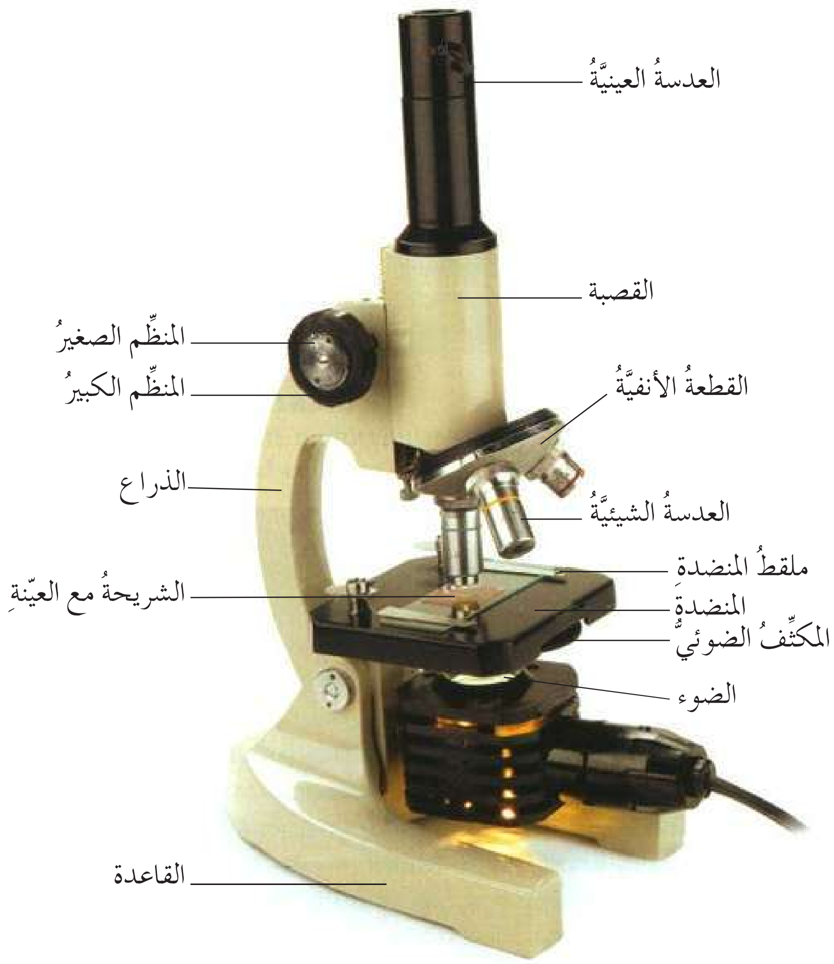
الطريقةُ العلميَّةُ ليسَتْ «خطًّا مستقيمًا» من الخطوات. فهي تحتوي على حلقاتٍ من الخطواتِ قد تتكرَّرُ فيها خطواتٌ عدَّةٌ مرارًا وتكرارًا، ولا تكونُ خطواتٌ أُخرى ضروريَّةً. مثلاً، يجدُ العلماءُ أحيانًا أن اختبارَ فرضيَّةٍ واحدةٍ يطرحُ أسئلةً جديدةً وفرضيّاتٍ جديدةً للاختبارِ. وأحيانًا أخرى، يقودُ اختبارُ الفرضيَّةِ مباشرةً إلى استنتاج. كما أنَّ خطواتِ الطريقةِ العلميَّةِ لا تطبَّقُ دائمًا بالترتيبِ نفسِه. تابعِ الخطواتِ في التخطيطِ أدناه، ولاحظْ عددَ الاتجاهاتِ المختلفةِ التي يمكنُ أن تأخذَكَ الطريقةُ العلميَّةُ فيها.



استخدامُ المجهرِ

أجزاءُ المجهرِ الضوئيِّ المركَّبِ

- **العدسةُ العينيَّةُ:** تكبِّرُ الصورةَ 10 أضعافٍ (x10).
- **العدسةُ الشيئيَّةُ الصغرى:** تكبِّرُ الصورةَ 10 أضعافٍ (x10).
- **العدسةُ الشيئيَّةُ الكبرى:** تكبِّرُ الصورةَ إمّا x 40 وإما x 43.
- **القطعةُ الأنفيَّةُ:** تحملُ العدساتِ الشيئيَّةَ. ويمكنُ أن تُدارَ للتغييرِ من تكبيرٍ معيَّنٍ إلى آخرَ.
- **القصبةُ:** تحافظُ على المسافةِ الصحيحةِ بينَ العدسةِ العينيَّةِ والعدسةِ الشيئيَّةِ.
- **المنظِّمُ الكبيرُ:** يحرِّكُ الأنبوبَ الأساسيَّ إلى الأعلى والأسفلِ للسماحِ بتركيزِ الصورةِ.
- **المنظِّمُ الصغيرُ:** يحرِّكُ الأنبوبَ الأساسيَّ قليلاً، لجعلِ الصورةِ أكثرَ تركيزًا.
- **المنضدةُ:** تستخدمُ لوضعِ الشريحةِ.
- **ملاقطُ المنضدةِ:** تثبِّتُ الشريحةَ في مكانِها، بهدفِ المشاهدةِ.
- **المكثِّفُ الضوئيّ:** يضبطُ كمّيَّةَ الضوءِ التي تدخلُ عبرَ المنضدةِ.
- مصدرُ الضوءِ يزوِّدُ **الضوءَ** لرؤيةِ الشريحةِ.
- **الذراعُ:** يدعمُ الأنبوبَ الأساسيَّ.
- **القاعدةُ:** تدعمُ المجهرَ.



الاستخدامُ الصحيحُ للمجهرِ الضوئيِّ المركَّبِ

١ احمل المجهرَ إلى منضدةِ مختبرك، بيدَيْك الاثنتيْن. ضعْ يدًا تحتَ القاعدةِ، واستعملِ اليدَ الأخرى لحملِ ذراعِ المجهرِ. احمل المجهرَ قريبًا من جسمكَ لنقلهِ إلى منضدةِ مختبرِك.

٢ ضع المجهرَ على منضدةِ المختبرِ على بُعدِ 5 cm من حافةِ المنضدةِ على الأقلِّ.

٣ دقّقْ لترى نوعَ مصدرِ الضوءِ المستعملِ لمجهرِك. إذا كانَ للمجهرِ مصباحٌ وصِّلْه بالكهرباءِ، مع التأكُّدِ من أنَّ السلكَ غيرُ معرقلٍ. إذا كانَ للمجهرِ مرآةٌ عدِّلْها لعكسِ الضوءِ عبرَ فتحةِ المنضدةِ.

تحذير: إذا كانَ لمجهرِك مرآةٌ، لا تستعملْ ضوءَ الشمسِ المباشرِ كمصدرٍ للضوءِ. ضوءُ الشمسِ المباشرُ يمكنُ أن يؤذيَ عينيْك.

٤ ابدأ العملَ دائمًا بالعدسةِ الشيئيَّةِ الصغرى، وهي مستقيمةٌ مع الأنبوبِ الأساسيِّ. عدِّلِ القطعةَ الأنفيَّةَ.

٥ ضعْ شريحةً جاهزةً فوقَ فتحةٍ في المنضدةِ. ثبِّتِ الشريحةَ بملاقطِ المنضدةِ.

٦ انظرْ من خلالِ العدسةِ العينيَّةِ. حرِّكِ المكثّفَ الضوئيَّ لتعديلِ كمّيّةِ الضوءِ التي تدخلُ من المنضدةِ.

٧ انظرْ إلى المنضدةِ من مستوى العينِ. دوِّرِ المنظِّمَ الكبيرَ ببطءٍ لتنزيلِ العدسةِ الشيئيَّةِ حتى تكادَ تلمسُ الشريحةَ. لا تدعِ العدسةَ تلمسُ الشريحةَ.

٨ انظرْ خلالَ العدسةِ العينيَّةِ. أدرِ المنظِّمَ الكبيرَ لرفعِ العدسةِ الشيئيَّةِ الصغرى حتى تصبحَ الصورةُ مركَّزةً. ركِّزْ دائمًا برفعِ العدسةِ بعيدًا عن الشريحةِ. لا تركِّزْ نزولاً بتاتًا. استخدمِ المنظِّمَ الصغيرَ لزيادةِ التركيزِ. أبقِ كلتا العينيْنِ مفتوحتيْنِ في أثناءِ النظرِ إلى الشريحةِ.

٩ تأكّدْ من أنَّ الصورةَ بالضبطِ في وسطِ مجالِ الرؤيةِ. ثمَّ انتقلْ إلى العدسةِ الشيئيَّةِ ذاتِ القوَّةِ الكبرى. ركِّزِ الصورةَ، مستخدمًا المنظِّمَ الصغيرَ فقط. لا تستخدمِ الضابطَ الكبيرَ بتاتًا في القوَّةِ العاليةِ.

١٠ عندما تنتهي من استخدامِ المجهرِ، أزلِ الشريحةَ. نظِّفِ العدسةَ العينيَّةَ والعدساتِ الشيئيَّةَ بورقِ تنظيفِ عدساتٍ. أرجعِ المجهرَ إلى منطقةِ خزنِه. تذكَّرْ أن تستخدمَ يدَيكَ الاثنتيْنِ لحملِ المجهرِ.

كيفَ تصنعُ شريحةً رطبةً

١ استخدمْ ورقةَ تنظيفِ عدساتٍ لتنظيفِ شريحةٍ زجاجيَّةٍ وغطاءِ الشريحةِ.

٢ ضعِ العيِّنةَ التي تريدُ مشاهدتَها في مركزِ الشريحةِ.

٣ استخدمْ قطّارةَ دواءٍ لوضعِ نقطةٍ واحدةٍ من الماءِ على العيِّنةِ.

٤ أمسكْ بغطاءِ الشريحةِ على حافةِ الماءِ، وبزاويةِ ٤٥ نحو الشريحةِ. تأكّدْ أنَّ الماءَ يلامسُ كلَّ حافةِ غطاءِ الشريحةِ.

٥ أنزلْ غطاءَ الشريحةِ ببطءٍ لتجنُّبِ حصرِ فقّاقيعِ الهواءِ.

٦ قد يتبخَّرُ ماءٌ من الشريحةِ في أثناءِ عملِك. أضفْ ماءً أكثرَ لإبقاءِ العيِّنةِ رطبةً. ضعْ رأسَ القطّارةِ إلى جانبِ حافةِ غطاءِ الشريحةِ . أضفْ قطرةَ ماءٍ. (يمكنُكَ استخدامُ هذهِ الطريقةِ أيضًا لإضافةِ الصبغاتِ أو المحاليلِ إلى شريحةٍ رطبةٍ). أزلِ الماءَ الفائضَ من الشريحةِ باستخدامِ زاويةِ منديلٍ ورقيٍّ كنشافةٍ. لا ترفعْ غطاءَ الشريحةِ لإضافةِ الماءِ أو إزالتِه.

الجدوْلُ الدوريُّ للعناصرِ

يتضمَّنُ كلُّ مربَّعٍ من الجدْولِ اسمَ العُنصرِ، ورمزَهُ الكيميائيَّ، وعددَهُ الذرّيَّ، وكُتلَتَهُ الذريَّةَ.

يذكِّركَ هذا الخطُّ المتعرِّجُ أينَ تقعُ الفلزّاتُ، واللافلزّاتُ، وأشباهُ الفلزّاتِ.

المجموعة 10	المجموعة 11	المجموعة 12	المجموعة 13	المجموعة 14	المجموعة 15	المجموعة 16	المجموعة 17	المجموعة 18
								2 He هيليوم 4.0
			5 B بورون 10.8	6 C كربون 12.0	7 N نيتروجين 14.0	8 O أكسجين 16.0	9 F فلور 19.0	10 Ne نيون 20.2
			13 Al ألمنيوم 27.0	14 Si سيليكون 28.1	15 P فوسفور 31.0	16 S كبريت 32.1	17 Cl كلور 35.5	18 Ar آرجون 39.9
28 Ni نيكل 58.7	29 Cu نحاس 63.5	30 Zn خارصين 65.4	31 Ga جاليوم 69.7	32 Ge جرمانيوم 72.6	33 As زرنيخ 74.9	34 Se سيلينيوم 79.0	35 Br بروم 79.9	36 Kr كريبتون 83.8
46 Pd بلاديوم 106.4	47 Ag فضة 107.9	48 Cd كادميوم 112.4	49 In إنديوم 114.8	50 Sn قصدير 118.7	51 Sb أنتيمون 121.8	52 Te تيليريوم 127.6	53 I يود 126.9	54 Xe زينون 131.3
78 Pt بلاتين 195.1	79 Au ذهب 197.0	80 Hg زئبق 200.6	81 Tl ثاليوم 204.4	82 Pb رصاص 207.0	83 Bi بزموث (209.0)	84 Po بولونيوم (209.0)	85 At استاتين (210.0)	86 Rn رادون (222.0)
110 Ds (281)	111 Uuu (272)	112 Uub (285)	113 Uut (284)	114 Uuq (289)	115 Uup (288)			

أُعلنَ عن اكتشافِ العناصرِ 113، 114، 115 لكن لم يؤكَّدْ ذلك بعدُ.

أسماءُ العناصرِ ورموزُها المُكوَّنةُ من ثلاثةِ أحرف، مؤقَّتةٌ. فهي تعتمدُ على العددِ الذرّيِّ لتلك العناصرِ. إذ لا بُدَّ أن تُوافَقَ على الاسمِ والرمزِ الرسميَّيْنِ لهذهِ العناصرِ جمعيةٌ دوليَّةٌ من العُلماءِ.

63 Eu يوروبيوم 152.0	64 Gd جادولينيوم 157.2	65 Tb تربيوم 158.9	66 Dy ديسبروسيوم 162.5	67 Ho هولميوم 164.9	68 Er ايربيوم 167.3	69 Tm ثوليوم 168.9	70 Yb ايتيربيوم 173.0	71 Lu ليوتيتيوم 175.0
95 Am امريكيوم (243.1)	96 Cm كوريوم (247.1)	97 Bk بركيليوم (247)	98 Cf كاليفورنيوم (251.1)	99 Es اينشتاينيوم (252.1)	100 Fm فرميوم (257.1)	101 Md مندليفيوم (258.1)	102 No نوبيليوم (259.1)	103 Lr لورنسيوم (262.1)

العددُ الذرّيُّ	6
الرمزُ الكيميائيُّ	C
اسمُ العُنصرِ	كربون
الكُتلةُ الذرّيّةُ	(12.0)

يدلُّ لونُ الرمزِ الكيميائيِّ على حالةِ العُنصرِ عندَ درجةِ حرارةِ الغرفةِ. الكربونُ مادّةٌ صلبةٌ.

يدلُّ لونُ الخلفيَّةِ على نوعِ العُنصرِ. الكربونُ لافلزٌّ.

الخلفيَّة

- فلزّات
- أشباهُ فلزّاتٍ
- لافلزّات

الرمزُ الكيميائيُّ

- صُلب
- سائل
- غاز

	المجموعة 1	المجموعة 2	المجموعة 3	المجموعة 4	المجموعة 5	المجموعة 6	المجموعة 7	المجموعة 8	المجموعة 9
الدورة 1	1 H هيدروجين 1.0								
الدورة 2	3 Li ليثيوم 6.9	4 Be بريليوم 9.0							
الدورة 3	11 Na صوديوم 23.0	12 Mg مغنيسيوم 24.3							
الدورة 4	19 K بوتاسيوم 39.1	20 Ca كالسيوم 40.1	21 Sc سكانديوم 45.0	22 Ti تيتانيوم 47.9	23 V فناديوم 50.9	24 Cr كروم 52.0	25 Mn منجنيز 54.9	26 Fe حديد 55.8	27 Co كوبالت 58.9
الدورة 5	37 Rb روبيديوم 85.5	38 Sr سترانشيوم 87.6	39 Y يوتيريوم 88.9	40 Zr زركونيوم 91.2	41 Nb نيوبيوم 92.9	42 Mo موليبدنوم 95.9	43 Tc تكنيتيوم (97.9)	44 Ru روتينيوم 101.1	45 Rh روديوم 102.9
الدورة 6	55 Cs سيزيوم 132.9	56 Ba باريوم 137.3	57 La لانثيوم 138.9	72 Hf هفنيوم 178.5	73 Ta تنتاليوم 180.9	74 W تنجستن 183.8	75 Re رينيوم 186.2	76 Os أوزميوم 190.2	77 Ir إريديوم 192.2
الدورة 7	87 Fr فرانشيوم (223.0)	88 Ra راديوم (226.0)	89 Ac أكتينيوم (227.0)	104 Rf رذرفورديوم (261.1)	105 Db ديوبنيوم (262.1)	106 Sg سيبورجيوم (263.1)	107 Bh بوريوم (264)	108 Hs هسيوم (277)	109 Mt ميتنيريوم (268)

يُسمّى كلُّ صفٍّ منَ العناصرِ **دورةً**.

يُسمّى كلُّ عمودٍ منَ العناصرِ **مجموعةً أو عائلةً**.

العددُ المبيَّنُ بينَ قوسَيْنِ هو الكتلةُ الذريّةُ لنظيرِ العُنصرِ الأكثرِ استقرارًا أو الأكثرِ وجودًا في الطبيعةِ.

اللانثانيدات	58 Ce سيريوم 140.1	59 Pr برازيوديميوم 140.9	60 Nd نيوديميوم 144.2	61 Pm بروميثيوم (144.9)	62 Sm ساماريوم 140.1
الأكتنيدات	90 Th ثوريوم 232.0	91 Pa بروتكتينيوم 231.0	92 U يورانيوم 238.0	93 Np نبتينيوم (237.0)	94 Pu بلوتونيوم 244.1

وُضعَتْ هذهِ العناصرُ تحتَ الجدْولِ لكيْ يكونَ الجدْولُ أضيقَ.

المفردات

أ

الآلةُ Machine: جهازٌ يساعدُ على بذل شغل سواءٌ بالتغلُّب على القوَّةِ المطبَّقةِ أو بتغيير اتِّجاهِ القوَّةِ المطبَّقةِ. (١٨٦)

الاتِّزانُ الداخليُّ Homeostasis: المحافظةُ على بيئةٍ داخليَّةٍ مستقرَّةٍ في الجسمِ. (٣٠)

الإجهادُ Stress: استجابةٌ جسديَّةٌ أو عقليَّةٌ للضغطِ. (٩٢)

الاحتمالُ Probability: فرصةُ وقوعِ حدثٍ بشكلٍ معيَّنٍ. (١٤)

اختلافُ الموضعِ Parallax: التغيُّرُ الظاهريُّ في موقعِ جسمٍ لدى النظرِ إليه من مواقعَ مختلفةٍ. (١٥٢)

الإخصابُ الخارجيُّ External fertilization: اتِّحادُ الخلايا الجنسيَّةِ خارجَ جسمِ أنثى الكائنِ الحيِّ. (٦٠)

الإخصابُ الداخليُّ Internal fertilization: إخصابُ بيضةٍ بواسطةِ حيوانٍ منويٍّ داخلَ جسمِ أنثى الكائنِ الحيِّ. (٦٠)

الإدمانُ Addiction: تعاطي عقاقيرَ أو مشروباتٍ محرَّمةٍ وضارّةٍ بشكلٍ مستمرٍّ، مما يولِّدُ احتياجًا جسميًّا ونفسيًّا لهذهِ الموادِّ. (٨٢)

إدمانُ الخمرِ Alcoholism: احتياجٌ نفسيٌّ أو جسديٌّ إلى تعاطي الكحول يضرُّ بالصحَّةِ ويعطِّلُ أنشطةَ الجسمِ. (٨٤)

الأدَمَةُ Dermis: الطبقةُ الجلديَّةُ التي تقعُ تحتَ البشرةِ. (٣٥)

الاستطارةُ Scattering: تفاعلٌ للضوءِ مع مادَّةٍ يغيِّرُ طاقةَ الضوءِ أو اتِّجاهَ حركتِهِ، أو الاثنيْنِ معًا. (٢٩٢)

الإسفينُ Wedge: آلةٌ بسيطةٌ مؤلَّفةٌ من مستويَيْنِ مائلَيْنِ يتحرَّكانِ معًا، وهي تُستخدَمُ في أغلبِ الأحيانِ للقطعِ. (١٩٧)

الإشعاعُ Radiation: انتقالُ طاقةٍ على شكلِ موجاتٍ كهرومغناطيسيَّةٍ. (٢٧٩،٢٣٠)

الأليلُ Allele: أحدُ الأشكالِ البديلةِ لجينِ صفةٍ ما، كلونِ الشعرِ. (١٢)

الامتصاصُ Absorption: هو، في البصريّاتِ، انتقالُ طاقةٍ ضوئيَّةٍ إلى جسيماتِ مادَّةٍ. (٢٩٢)

الاندماجُ النوويُّ Nuclear fusion: اتِّحادُ أنويةِ ذرّاتٍ صغيرةٍ لتُشكِّلَ نواةً أكبرَ وتطلقَ طاقةً. (٢٧٠)

الانزلاقُ الأرضيُّ Landslide: التحرُّكُ المفاجئُ للصخورِ والتربةِ نزولاً إلى أسفلِ المنحدرِ. (١٤١)

الانزلاقُ الكتليُّ Mass movement: حركةُ مقطعٍ من الأرضِ نزولاً على مُنحدرٍ. (١٤٠)

الانشطارُ النوويُّ Nuclear fission: انقسامُ نواةِ ذرَّةٍ كبيرةٍ إلى نواتيْنِ أو أكثرَ، ينتجُ منه نيوتروناتٌ إضافيَّةٌ وطاقةٌ. (٢٦٦)

الانعكاسُ Reflection: ارتدادُ حزمةٍ ضوئيَّةٍ لدى اصطدامِها بسطحٍ لا يُمكِنُها أن تمرَّ عبرَهُ. (٢٩٠)

الانشطارُ الاختزاليُّ Meiosis: عمليَّةٌ في الانقسامِ الخلويِّ ينقصُ في أثنائِها عددُ الكروموسوماتِ إلى نصفِ العددِ الأصليِّ عبرَ انقسامَيْنِ للنواةِ، وهو ما ينتجُ عنه الخلايا الجنسيَّةُ. (١٩)

الانكسارُ Refraction: انحرافُ الموجةِ عند مرورِها من مادَّةٍ إلى أُخرى، لاختلافِ سرعتِها في المادَّةِ الأولى عن سرعتِها في المادَّةِ الأُخرى. (٢٩٣)

ب

البرغي Screw: آلةٌ بسيطةٌ مكوَّنةٌ من مستوٍ مائلٍ ملفوفٍ حولَ أسطوانةٍ. (١٩٨)

البروتينُ Protein: جزيءٌ مكوَّنٌ من أحماضٍ أمينيَّةٍ نحتاجُ إليه لبناءِ تراكيبِ الجسمِ وصيانتِها، ولتنظيمِ العمليّاتِ التي تجري في الجسمِ. (٧٧)

البَرْيُ Abrasion: نحتُ سطوحِ الصخورِ وتآكلُها بفعلٍ ميكانيكيٍّ لصخورٍ أخرى أو لحبيباتِ الرملِ. (١٠٣، ١٣٧)

البشرةُ Epidermis: الطبقةُ السطحيَّةُ من الخلايا التي تغطّي جسمَ نباتٍ أو حيوانٍ. (٣٥)

البكرةُ Pulley: آلةٌ بسيطةٌ مكوَّنةٌ من دولابٍ يمرُّ على محيطِهِ حبلٌ أو سلكٌ أو سلسلةٌ. (١٩٤)

البنكرياسُ Pancreas: العضوُ الذي يقعُ وراءَ المعدةِ، ويصنعُ

أنزيماتٍ هضميَّةً وهرموناتٍ تنظِّمُ مستوياتِ السكَّرِ. (٤٦)

البيضةُ Egg: خليَّةٌ جنسيَّةٌ تنتجُها الأنثى. (٥٩)

ت

التجويةُ Weathering: العمليّةُ التي تتفتَّتُ أو تتحلَّلُ بوساطتِها الموادُّ الصخريّةُ بفعلِ عمليّاتٍ فيزيائيَّةٍ وكيميائيَّةٍ. (١٠٢)

التجويةُ التفاضليَّةُ Differential weathering: عمليّةٌ تتآكلُ بوساطتِها الصخورُ الأكثرُ ليونةً والأقلُّ مقاومةً للتجويةِ وتخلِّفُ الصخورَ الأكثرَ مقاومةً للتجويةِ. (١٠٨)

التجويةُ الكيميائيَّةُ Chemical weathering: العمليَّةُ التي تتحلَّلُ بوساطتِها الصخورُ كنتيجةٍ للتفاعلاتِ الكيميائيّةِ. (١٠٥)

التجويةُ الميكانيكيَّةُ Mechanical weathering: تفتّتُ الصخورِ إلى أجزاءٍ أصغرَ بوسائلَ فيزيائيَّةٍ. (١٠٢)

تحوُّلُ الطاقةِ Energy conversion: تغيُّرُ الطاقةِ من شكلٍ إلى شكلٍ آخرَ. (٢٠٩)

التذريةُ Deflation: شكلٌ من أشكالِ التعريةِ بالرياحِ، تحدثُ حين تعصفُ الرياحُ وتفرِّقُ حُبيباتِ التربةِ الجافَّةِ والدقيقةِ. (١٣٧)

التربةُ Soil: خليطٌ رخوٌ من شظايا صخريَّةٍ، وموادَّ عضويَّةٍ، ومن ماءٍ وهواءٍ يساهمُ في نموِّ النباتاتِ. (١١٢)

تركيبُ التربةِ Soil structure: ترتيبُ حبيباتِ التربةِ. (١١٣)

التساقطُ الصخريُّ Rock fall: مجموعةٌ من الصخورِ المُتفكّكةِ تسقطُ إلى أسفلِ منحدرٍ حادٍّ. (١٤١)

التشتُّتُ Scattering: تفاعلٌ للضوءِ مع مادَّةٍ يغيِّرُ طاقةَ الضوءِ أو اتِّجاهَ حركتِهِ، أو الاثنَيْنِ معًا. (٢٩٢)

التعريةُ Erosion: عمليّةٌ يتمُّ من خلالِها نحتُ الصخورِ ونقلُ الفُتاتِ من مكانٍ إلى آخرَ. (١١٧)

تفاعلُ التعادلِ Neutralization reaction: تفاعلُ حَمضٍ مع قاعدةٍ لإنتاجِ محلولٍ متعادلٍ من ماءٍ وملحٍ. (٢٥١)

التفاعُلُ النوويُّ المُتسلسِلُ Nuclear chain reaction: تفاعُلاتُ انشطارٍ نوويٍّ مُتتاليةٌ ومتواصلةٌ. (٢٦٧)

التكاثرُ الجنسيُّ Sexual reprodution: التكاثرُ الذي تتَّحِدُ فيه الخلايا الجنسيَّةُ من أبوينِ لتنتجَ أبناءً تتشاركُ في سماتِهما. (٥٩)

التكاثرُ اللاجنسيُّ Asexual reprodution: التكاثرُ الذي لا يتضمَّنُ اتِّحادَ خلايا جنسيَّةٍ، بل يُنتِجُ فيه فردٌ واحدٌ أبناءً مماثلةً له وراثيًّا. (٥٨)

التمدُّدُ الحراريُّ Thermal expansion: ازديادُ حجمِ مادَّةٍ نتيجةَ ارتفاعِ درجةِ حرارتِها. (٢٢٢)

التوصيلُ الحراريُّ Thermal conduction: انتقالُ طاقةٍ على شكلِ حرارةٍ عبرَ مادَّةٍ. (٢٢٨)

ث

الثقبُ الأسودُ Black hole: جسمٌ عظيمُ الكتلةِ وكثيفٌ إلى درجةٍ يعجزُ معها حتى الضوءُ عن الإفلاتِ من جاذبيّتِهِ. (١٥٧)

ج

الجنينُ Embryo: الإنسانُ في طورِ النموِّ من الإخصابِ إلى الولادةِ. (٦٦)

الجهازُ البوليُّ Urinary system: مجموعُ الأعضاءِ التي تنتجُ البولَ وتخزنُهُ وتطرحُهُ. (٥٠)

الجهازُ الغطائيُّ Integumentary system: الجهازُ الذي يكوِّنُ غلافًا وقائيًّا على خارجِ الجسمِ. (٣٤)

الجهازُ الهضميُّ Digestive system: الأعضاءُ التي تفكِّكُ الطعامَ لكي يتمكَّنَ الجسمُ من استخدامِهِ. (٤٢)

الجولُ Joule: الوحدةُ الدوليَّةُ التي تُستخدَمُ للتعبيرِ عن الطاقةِ؛ وتُعادلُ مقدارَ الشغلِ الذي تبذلُهُ قوَّةُ ١ خ خلالَ مسافةِ ١ في اتِّجاهِ القوَّةِ (رمزُ الجولِ هو ت). (١٨٣)

الجينُ Gene: مجموعةٌ واحدةٌ من المعلوماتِ لسمةٍ وراثيَّةٍ. (١٢)

ح

الحبلُ السرّيُّ Umbilical cordo: التركيبُ الذي يربطُ الجنينَ بالمشيمةِ. (٦٧)

الحجرُ النيزكيُّ Meteorite: النيزكُ الذي يصلُ إلى سطحِ الأرضِ من دونِ أن يحترقَ كليًّا. (١٧٣)

الحدُّ الفاصلُ Divide: الحدودُ التي تفصلُ بين مناطقِ تصريفٍ تتدفَّقُ فيها أنهارٌ في اتِّجاهاتٍ متعاكسةٍ. (١٢٦)

الحرارةُ Heat: الطاقةُ المنتقلةُ بين جسمَيْنِ لهما درجتا حرارةٍ مختلفتان. (٢٢٦)

الحرارةُ النوعيَّةُ Specific heat: كمِّيَّةُ الحرارةِ اللازمةُ لرفعِ درجةِ الحرارةِ لوحدةِ كتلةِ مادَّةٍ متجانسةٍ ١° عندَ ضغطٍ ثابتٍ. (٢٣١)

حزامُ الكويكباتِ Asteroid belt: منطقةٌ من المجموعةِ الشمسيَّةِ تقعُ بين مداري المرّيخِ والمُشتري، حيث تدورُ معظمُ الكويكباتِ. (١٧٢)

حفظُ التربةِ Soil conservation: طريقةٌ للحفاظِ على خصوبةِ التربةِ بحمايتِها من التعريةِ ومن فقدِ موادِّها الغذائيَّةِ. (١١٦)

الحمضُ Acid: كلُّ مُركَّبٍ يزيدُ من عددِ أيوناتِ الهيدرونيومِ عندما يُذابُ في الماءِ. (٢٤٤)

الحَمْلُ Convection: انتقالُ الطاقةِ الحراريَّةِ بوساطةِ دورانِ أو حركةِ سائلٍ أو غازٍ. (٢٢٩)

الحوصلةُ الصفراويَّةُ Gallbladder: عضوٌ كيسيٌّ يختزنُ الصفراءَ التي ينتجُها الكبدُ. (٤٧)

الحيوانُ المنويُّ Sperm: الخليَّةُ الجنسيَّةُ الذكريَّةُ. (٥٩)

خ

الخصيةُ Testis: عضوٌ تناسليٌّ ذكريٌّ أوّليٌّ ينتجُ حيواناتٍ منويَّةً وهرمونَ التستسترون. (٦٢)

خطُّ الساحلِ Shoreline: الحدُّ بينَ اليابسةِ والمسطَّحِ المائيِّ. (١٣٠)

د

الدُّبالُ Humus: المادَّةُ العضويَّةُ القاتمةُ التي تتكوَّنُ في التربةِ من بقايا نباتيَّةٍ وحيوانيَّةٍ متحلِّلةٍ. (١١٤)

درجةُ الحرارةِ Temperature: قياسٌ لمدى سخونةِ أو برودةِ شيءٍ ما، وبالتحديدِ قياسٌ لمتوسِّطِ طاقةِ حركةِ الجسيماتِ في جسمٍ معيَّنٍ. (٢٢٠)

الدولابُ والمحورُ Wheel and axle: آلةٌ بسيطةٌ مكوَّنةٌ من جسمَيْنِ لهما شكلٌ دائريٌّ وقياسان مختلفان. والدولابُ أكبرُ هذَيْنِ الجسمَيْنِ الدائريَّيْنِ. (١٩٥)

الدهونُ Fats: موادُّ غذائيَّةٌ تخزِّنُ الطاقةَ، وتساعدُ الجسمَ على تخزينِ بعضِ الفيتاميناتِ. (٧٧)

دورةُ الماءِ Water cycle: الحركةُ المتواصلةُ للمياهِ من المحيطِ إلى الغلافِ الجوّيِّ إلى اليابسةِ، رجوعًا إلى المحيطِ. (١٢٥)

ر

الرابطةُ الكيميائيَّةُ Chemical bond: اتِّحادُ ذرّاتٍ لتكوينِ جزيئاتٍ أو مركَّباتٍ. (٢٤٠)

الرافدُ Tributary: مجرًى مائيٌّ يصبُّ في بحيرةٍ أو مجرًى مائيٍّ أكبرَ. (١٢٦)

الرافعةُ Lever: آلةٌ بسيطةٌ مكوَّنةٌ من ساقٍ ترتكزُ على نقطةٍ ثابتةٍ تُسمّى نقطةَ الارتكازِ. (١٩٢)

الرحمُ Uterus: عضوٌ أنثويٌّ عضليٌّ مجوَّفٌ تنغرسُ فيه البويضةُ المخصَّبةُ وينمو فيها الجنينُ. (٦٣)

الرقمُ الهيدروجينيُّ pH: قيمةٌ تُستخدمُ للتعبيرِ عن حَمضيَّةِ نظامٍ معيَّنٍ أو قاعديَّتِهِ (قلويَّتِهِ). (٢٥١)

س

سجلُ النسبِ Pedigree: شكلٌ تخطيطيٌّ يعرضُ وجودَ سمةٍ وراثيَّةٍ لعائلةٍ في عدَّةِ أجيالٍ. (٢٤)

السمةُ السائدةُ Dominant trait: السمةُ المرئيَّةُ في الجيلِ الأوّلِ، بعدَ تزاوجِ أبوَيْنِ لهما سماتٌ مختلفةٌ. (٩)

السمةُ المتنحّيَةُ Recessive trait: السمةُ التي تعودُ إلى الظهورِ في الجيلِ الثاني بعد أن تختفيَ في الجيلِ الأوّلِ، عندَما يتزاوجُ أبوانِ لهما سماتٌ مختلفةٌ. (٩)

السنةُ الضوئيَّةُ Light-year: المسافةُ التي يقطعُها الضوءُ في سنةٍ واحدةٍ، وتبلغُ حوالَيْ ٩.٥ تريليوناتٍ. (١٥٢)

سوءُ التغذيةِ Malnutrition: اختلالٌ غذائيٌّ ينتجُ من استهلاكِ كمّيّاتٍ غيرِ كافيةٍ من كلٍّ منَ الموادِّ الغذائيَّةِ التي يحتاجُ إليها الجسمُ. (٨٠)

ش

الشاطئُ Beach: منطقةٌ من خطِّ الساحلِ تتكوَّنُ من موادَّ ترسَّبَتْ بوساطةِ الأمواجِ. (١٣٤)

شبهُ الشفّافِ Translucent: صفةٌ للمادَّةِ التي تسمحُ للضوءِ بالنفاذِ، لكنَّها لا تسمحُ بنفاذِ صورةٍ واضحةٍ. (٢٩٧)

الشغلُ Work: نقلُ الطاقةِ إلى جسمٍ باستخدامِ قوّةٍ تحرِّكُ الجسمَ باتِّجاهِها. (١٨٠)

الشغلُ الناتجُ Work output: الشغلُ الذي تبذلُهُ آلةٌ؛ وهو حاصلُ ضربِ القوّةِ الناتجةِ في المسافةِ التي تطبَّقُ فيها هذه القوَّةُ. (١٨٧)

الشغلُ المبذولُ Work input؛ الشغلُ المبذولُ على آلةٍ؛ وهو حاصلُ ضربِ القوّةِ المطبَّقةِ في المسافةِ التي تطبَّقُ فيها هذه القوَّةُ. (١٨٧)

الشفّافُ Transparent؛ صفةٌ للمادّةِ التي تسمحُ للضوءِ بالمرورِ عبرَها. (٢٩٧)

الشهابُ Meteor؛ خطٌّ ضوئيٌّ ساطعٌ ينتجُ عندَما يحترقُ النيزكُ في الغلافِ الجوّيِّ للأرضِ. (١٧٣)

ص

الصخرُ الأديمُ Bedrock: الطبقةُ الصخريَّةُ التي تقعُ تحتَ التربةِ. (١١٢)

الصفرُ المُطلقُ Absolute zero؛ درجةُ الحرارةِ حيثُ تكونُ طاقةُ الجزيئاتِ في حدِّها الأدنى (٠ على تدريجِ كلفن أو -٢٧٣°س على التدريجِ السيليزيِّ). (٢٢٣)

الصخرُ الأمُّ Parent rock: التكوينُ الصخريُّ الذي يُشكِّلُ مصدرَ التربةِ. (١١٢)

ط

الطاقةُ Energy؛ المقدرةُ على بذلِ شغلٍ. (٢٠٤)

الطاقةُ الحراريَّةُ Thermal energy؛ طاقةُ الحركةِ لدى جسيماتِ المادّةِ. (٢٢٧)

طاقةُ الحركةِ Kinetic energy؛ طاقةُ جسمٍ ناتجةٌ عن حركتِهِ. (٢٠٥)

الطاقةُ الميكانيكيَّةُ Mechanical energy؛ مقدارُ الشغلِ الذي يمكنُ لأيِّ جسمٍ أن يبذُلَهُ بسببِ طاقةِ حركتِهِ وطاقةِ وضعِهِ. (٢٠٧)

طاقةُ الوضعِ Potential energy؛ الطاقةُ الموجودةُ لدى أيِّ جسمٍ بسببِ موقعِهِ، أو شكلِهِ، أو ظروفِهِ. (٢٠٦)

الطرازُ الجينيُّ Genotype: التركيبُ الجينيُّ الكاملُ لكائنٍ معيَّنٍ؛ وهو أيضًا مجموعُ الجيناتِ لسمةٍ واحدةٍ معيَّنةٍ أو أكثرَ. (١٣)

الطرازُ المظهريُّ Phenotype: مظهرُ الكائنِ الحيِّ أو أيُّ ميزةٍ أخرى قابلةٍ للاكتشافِ. (١٢)

الطيفُ الكهرومغناطيسيُّ spectrum Electromagnetic؛ المدى الكاملُ للموجاتِ الكهرومغناطيسيَّةِ بجميعِ تردُّداتِها أو أطوالِها الموجيَّةِ. (٢٨٢)

الطيفُ المرئيُّ Spectrum؛ حزمةُ الألوانِ الناتجةُ من مرورِ الضوءِ الأبيضِ عبرَ منشورٍ. (١٤٩)

ع

العازلُ الحراريُّ Thermal insulators؛ مادَّةٌ تخفِّضُ أو تمنعُ انتقالَ الطاقةِ الحراريَّةِ على شكلِ حرارةٍ. (٢٢٩)

العددُ الكتليُّ Mass number؛ مجموعُ عددَيِ البروتوناتِ والنيوتروناتِ في نواةِ ذرَّةٍ. (٢٥٩)

العضوُ Organ: مجموعةٌ من الأنسجةِ تؤدّي وظيفةً معيَّنةً في الجسمِ. (٣١)

العقّارُ Drug: كلُّ مادَّةٍ تسبِّبُ تغييرًا في حالةِ الشخصِ النفسيَّةِ أو الجسديَّةِ. (٨٢)

علمُ الصحَّةِ Hygiene: العلمُ الذي يُعنى بالصحَّةِ وطرقِ المحافظةِ عليها. (٩٠)

عُمرُ النصفِ Half-life؛ الزمنُ اللازمُ لكي يخضعَ نصفُ العيِّنةِ المُشعَّةِ لانحلالٍ إشعاعيٍّ. (٢٦٣)

العملاقُ الأحمرُ Red giant؛ نجمٌ كبيرٌ مائلٌ إلى الحمرةِ في مرحلةٍ متأخِّرةٍ من دورةِ حياتِهِ. (١٥٥)

العناصرُ المعدنيَّةُ Minerals؛ موادُّ غذائيَّةٌ مكوَّنةٌ من عناصرَ كيميائيَّةٍ يحتاجُ إليها الجسمُ في بعضِ عمليّاتِهِ. (٧٨)

غ

الغسيلُ Leaching؛ إزالةُ الموادِّ التي يمكنُ أن تذوبَ من الصخورِ، أو المعادنِ الخامِ، أوطبقاتِ التربةِ نتيجةً لمرورِ الماءِ بها. (١١٤)

ف

الفائدةُ الميكانيكيَّةُ Mechanical advantage؛ عددٌ يُخبرُكَ كم مرَّةً تضاعفُ الآلةُ القوَّةَ. (١٨٩)

الفيتامينُ Vitamins: صنفٌ من الموادِّ الغذائيَّةِ، يحتاجُ إليه الجسمُ بكمِّيّاتٍ قليلةٍ للمحافظةِ على الصحّةِ ولضمانِ النموِّ. (٧٨)

ق

القاعِدةُ Base: كلُّ مُركَّبٍ يزيدُ، عندَ إذابتِهِ في الماءِ، عددَ أيوناتِ الهيدروكسيدِ بد. (٢٤٧)

قانونُ حفظِ الطاقةِ Law of conservation of energy: قانونٌ ينصُّ على أنَّ الطاقةَ لا يُمكنُ استحداثُها ولا إفناؤُها، لكن يمكنُ تحويلُها من شكلٍ إلى شكلٍ آخرَ. (٢١٣)

القضيبُ Penis: العضوُ الذكريُّ الذي ينقلُ الحيواناتِ المنويَّةَ إلى الأنثى، ويطرحُ البولَ خارجَ الجسمِ. (٦٢)

القزمُ الأبيضُ White dwarf: نجمٌ صغيرٌ ساخنٌ وخافتٌ، وهو المركزُ المتبقّي من نجمٍ قديمٍ. (١٥٥)

القُدْرَةُ Power: المعدَّلُ الذي يتمُّ فيه بذلُ الشغلِ أو نقلُ الطاقةِ بوحدةِ الزمنِ. (١٨٤)

القفزُ Saltation: حركةُ الرمالِ أو غيرِها من الرواسبِ بقفزاتٍ وارتداداتٍ قصيرةٍ تسبِّبُها الرياحُ أو المياهُ. (١٣٦)

القمرُ Satellite: جرمٌ طبيعيٌّ أو صناعيٌّ يدورُ حولَ كوكبٍ ما. (١٦٨)

قوَّةُ الاحتكاكِ Friction: قوَّةٌ تُعاكسُ الحركةَ بين سطحَيْنِ متلامسَيْنِ. (٢١٢)

ك

الكاشِفُ Indicator: يتغيَّرُ لونُهُ اعتمادًا على الرقمِ الهيدروجينيِّ (بد). (٢٤٥)

الكبدُ Liver: أكبرُ عضوٍ في الجسمِ، وهو يصنعُ الصفراءَ، ويُحلِّلُ السمومَ، ويخزِّنُ السكَّرَ الزائدَ بشكلِ جليكوجين. (٤٧)

الكثيبُ Dune: تلَّةٌ رمليّةٌ صغيرةٌ رسَّبَتْها الرياحُ، وهي تحافظُ على شكلِها بالرغمِ من تحرُّكِها. (١٣٨)

الكربوهيدراتُ Carbohydrates: نوعٌ من الموادِّ الغذائيَّةِ التي توفِّرُ الطاقةَ، وهي تشملُ السكَّرَ والنشاءَ والأليافَ. (٧٦)

الكروموسومُ الجنسيُّ Sex chromosome: واحدٌ من زوجِ الكروموسوماتِ الذي يحدِّدُ جنسَ الفردِ. (٢٣)

الكروموسوماتُ المتماثلةُ Homologous chromosomes: الكروموسوماتُ التي لدَيها تسلسلُ الجيناتِ نفسُهُ والتركيبُ نفسُهُ. (١٨)

الكفاءةُ الميكانيكيَّةُ Mechanical efficiency: كمِّيَّةٌ، يعبَّرُ عنها عادةً كنسبةٍ مئويَّةٍ، تقيسُ نسبةَ الشغلِ الناتجِ إلى الشغلِ المبذولِ، ويمكنُ حسابُها بقسمةِ الشغلِ الناتجِ على الشغلِ المبذولِ. (١٩٠)

الكليةُ Kidney: في الجسمِ كليتانِ، والكليةُ عضوٌ يرشحُ الماءَ والفضلاتِ من الدمِ ويطرحُ هذه الموادَّ بشكلِ بولٍ. (٥١)

الكويكبُ Asteroid: جسمٌ صخريٌّ صغيرٌ يدورُ حولَ الشمسِ، ويكونُ دورانُه عادةً ضمنَ حزامٍ بينَ مداري المرّيخِ والمشتري. (١٧٢)

م

المادَّةُ الغذائيَّةُ Nutrient: مادَّةٌ موجودةٌ في الطعامِ توفِّرُ الطاقةَ، أو تساعدُ على تكوينِ أنسجةِ الجسمِ، وهي ضروريَّةٌ للحياةِ والنموِّ. (٧٦)

المبيضُ Ovary: من أعضاءِ الجهازِ التناسليِّ الأنثويِّ للحيواناتِ وهو يُنتِجُ البويضاتِ. (٦٣)

المتجدِّدُ الأعظمُ Supernova: انفجارٌ هائلٌ يؤدّي إلى انهيارِ نجمٍ ضخمٍ، ويرمي بطبقاتِهِ الخارجيَّةِ في الفضاءِ. (١٥٦)

المجرَّةُ Galaxies: مجموعةٌ من النجومِ والغبارِ والغازِ تربطُ الجاذبيَّةُ فيما بينَها. (١٥٨)

المذنَّبُ Comet: جسمٌ صغيرٌ من الجليدِ، والصخرِ، والغبارِ الفضائيِّ، يتَّبعُ مدارًا إهليلجيًّا حولَ الشمسِ ويُطلقُ غازًا وغبارًا على شكلِ ذنبٍ عندَما يمرُّ بالقربِ من الشمسِ. (١٧١)

المرضُ غيرُ المُعْدي Noninfectious disease: مرضٌ لا يمكنُ أن ينتقلَ من شخصٍ إلى آخرَ. (٨٦)

المرضُ المعدي Infectious disease: مرضٌ يسبِّبُه كائنٌ مسبِّبٌ للمرضِ، وينتقلُ من شخصٍ إلى آخرَ. (٨٦)

المركَّبُ الأيونيُّ Ionic compound: مركَّبٌ مكوَّنٌ من أيوناتٍ ذاتِ شحناتٍ متعاكسةٍ. (٢٤٠)

المركَّبُ التساهُميُّ Covalent compound: مركَّبٌ كيميائيٌّ ينتجُ من تشاركِ لذراتٍ في إلكتروناتٍ تكافؤُها (٢٤٢)

المريءُ Esophagus: أنبوبٌ طويلٌ مستقيمٌ يصلُ البلعومَ بالمعدةِ. (٤٤)

مسبِّبُ المرض Pathogen: كائنٌ مجهريٌّ أو كائنٌ حيٌّ آخرُ أو فيروسٌ أو بروتينٌ يسبِّبُ المرضَ. (٨٦)

مُستجمَعُ الأمطارِ Watershed: منطقةٌ من اليابسةِ تُصرَّفُ فيها مياهُ الانسيابِ السطحيِّ بوساطةِ نظامٍ مائيٍّ معيَّنٍ. (١٢٦)

المستوى المائلُ (أو المنحدر) Inclined plane: آلةٌ بسيطةٌ مكوَّنةٌ من سطحٍ مستقيمٍ مائلٍ، يُسهِّلُ رفعَ الأحمالِ. (١٩٦)

المشيمةُ Placenta: عضوٌ: جزءٌ منه جنينيٌّ والجزءُ الآخرُ من الأمِّ، وبوساطتِه يتمُّ تبادلُ الموادِّ بينَ الجنينِ والأمِّ. (٦٧)

المطرُ الحمضيُّ Acid precipitation: الأمطارُ والثلوجُ التي تحتوي على تركيزٍ عالٍ من الأحماضِ. (١٠٥)

المعتمُ Opaque: صفةٌ للجسمِ الذي ليسَ شفّافًا أو ليسَ شبهَ شفّافٍ. (٢٩٧)

المعدةُ Stomach: العضوُ الهضميُّ الشبيهُ بكيسٍ يقعُ بينَ المريءِ والأمعاءِ الدقيقةِ، يحطِّمُ الطعامَ ويحوِّلُهُ إلى سائلٍ من خلالِ عملِ العضلاتِ والأنزيماتِ والحمضِ المعديِّ. (٤٥)

الأمعاءُ الدقيقةُ Small intestine: عضوٌ بين المعدةِ والأمعاءِ الغليظةِ. وفيها يحدثُ معظمُ تفكيكِ الطعامِ، ويجري فيه أيضًا امتصاصُ معظمِ الموادِّ الغذائيَّةِ من الطعامِ. (٤٦)

الأمعاءُ الغليظةُ Large intestine: الجزءُ الأوسعُ والأقصرُ من الأمعاءِ، الذي يزيلُ الماءَ من الطعامِ المهضومِ ويحوِّلُ الفضلاتِ إلى برازٍ شبهِ صلبٍ. (٤٨)

الملح Salt: مُركَّبٌ أيونيٌّ يتكوَّنُ عندمَا تحلُّ ذرَّةُ فلزٍّ محلَّ هيدروجينِ حَمضٍ ما. (٢٥٣)

المناعةُ Immunity: القدرةُ على مقاومةِ مرضٍ معدٍ أو القدرةُ على الشفاءِ منه. (٨٨)

المهبلُ Vagina: هو العضوُ التناسليُّ الأنثويُّ الذي يصلُ بينَ خارجِ الجسمِ والرحمِ. (٦٣)

الموجةُ الكهرومغناطيسيَّةُ Electromagnetic wave: موجةٌ مؤلَّفةٌ من مجالٍ كهربائيٍّ ومجالٍ مغناطيسيٍّ يهتزّانِ متعامدَيْنِ. (٢٧٨)

الموصِلُ الحراريُّ Thermal conductor: مادَّةٌ يمكنُ للطاقةِ الحراريَّةِ أن تنتقلَ عبرَها على شكلِ حرارةٍ. (٢٢٩)

ن

النبّاضُ الإشعاعيُّ Pulsar: نجمٌ نيوترونيٌّ دوّاميٌّ سريعُ الدورانِ، يُطلقُ نَبَضاتٍ سريعةً من الطاقةِ الراديويَّةِ والضوئيَّةِ. (١٥٦)

النجمُ النيوترونيُّ Neutron star: نجمٌ تداعى بفعلِ الجاذبيّةِ إلى حدٍّ أنه دفعَ بالإلكتروناتِ والبروتوناتِ إلى التلاحمِ لتكوّنَ نيوترونات. (١٥٦)

النسيجُ Tissue: مجموعةٌ من الخلايا المتماثلةِ التي تعملُ معًا وتؤدّي الوظيفةَ نفسَها. (٣٠)

نسيجُ التربةِ Soil texture: نوعُ التربةِ المبنيُّ على أساسِ نسبِ حجومِ الحبيباتِ المكوِّنةِ لها. (١١٣)

النشاطُ الإشعاعيُّ Radioactivity: العمليَّةُ التي تُطلقُ بوساطتِها نواةٌ غيرُ مستقرَّةٍ إشعاعًا نوويًّا. (٢٥٨)

النفاذُ Transmission: مرورُ الضوءِ أو أيِّ شكلٍ من أشكالِ الطاقةِ عبرَ مادَّةٍ. (٢٩٦)

النفرونُ Nephron: وحدةُ تركيبِ الكليةِ التي تقومُ بترشيحِ الدمِ. (٥١)

النيزكُ Meteoroid: جسمٌ صخريٌّ صغيرٌ نسبيًّا يتنقَّلُ عبرَ الفضاءِ. (١٧٣)

النيكوتينُ Nicotine: مادَّةٌ كيميائيَّةٌ سامَّةٌ تسبِّبُ الإدمانَ. يوجدُ النيكوتينُ في التبغِ، وهو من الموادِّ التي تساهمُ بشكلٍ رئيسٍ في تأثيراتِ التدخينِ الضارَّةِ. (٨٣)

و

الواط Watt: الوَحدةُ الدوليَّةُ المستخدَمةُ للتعبيرِ عن القُدرةِ، وهي معادِلةٌ لجولٍ لكلِّ ثانيةٍ (رمزُها، ُفط). (١٨٤)

الوحدةُ الفلكيَّةُ Astronomical unit: متوسِّطُ المسافةِ بينَ الأرضِ والشمسِ؛ أي حوالي ١٥٠ مليونَ كيلومترٍ (الرمز، ص). (١٦٥)

الوراثةُ Heredity: انتقالُ السماتِ الوراثيَّةِ من الآباءِ إلى الأبناءِ. (٦)